

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

VERENKIERTOELIMISTÖN KUORMITTUMINEN ALUSPALVELUKSESSA

Pro gradu -tutkielma

Kadetti

Hannu Hytönen

Kadettikurssi 90

Sotilaspedagogiikka

Maaliskuu 2007

Kurssi 90. kadettikurssi	Linja Tiedustelu- ja liikuntalinja
Tekijä Kadetti Hannu Hytönen	
Tutkielman nimi VERENKIERTOELIMISTÖN KUORMITTUMINEN ALUSPALVELUKSESSA	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka	Säilytyspaikka MpKK:n kurssikirjasto
Aika Maaliskuu 2007	Tekstisivuja 91 Liitesivuja 7
TIIVISTELMÄ <p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää aluspalvelun kuormittavuus verenkiertoelimistölle. Samalla suoritetaan aluspalvelutyön havainnointia ja kuvataan tarkemmin aluksilla suoritettavien työtehtävien sisältöjä. Tarkastelussa ovat ohjailijan, tähystäjän ja ruorimiehen tehtävät.</p> <p>Tutkimuksen teoriaosiossa haetaan yhtymäkohdat yleisen työelämän ja sotilaan toimintakykykäsitysten välille. Tarkastelussa keskitytään työn fyysiseen kuormittavuuteen, työympäristön ja yksilön toimintakykykäsitysten kautta.</p> <p>Tutkimusaineisto on kerätty kesällä 2006, kahdessa osassa, kolmen vuorokauden aikana Miinalaiva Hämeenmaalla. Koehenkilöinä ovat olleet Merisotakoulun kadetit, jotka suorittivat 60 analysoitua työvuoroa.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena on, että varsinaisten työtehtävien osuus verenkiertoelimistön kuormittumisessa on vähäistä. Tutkimusjakson aikana koehenkilöillä ei ollut operatiivisia velvoitteita, eikä merenkäynti haitannut toimintaa. Jatkotutkimukset tulee suunnata toimintakyvyn ylläpitoon, sen kaikilla osasektoreilla.</p>	
AVAINSANAT toimintakyky, fyysinen kuormittavuus, verenkiertoelimistö, RPE	

SISÄLLYS

JOHDANTO	1
1. SOTILAAN TOIMINTAKYKY – SOTILAAN TYÖ	5
1.1. Toimintakyky	5
1.2. Sotilaallinen näkemys toimintakyvystä ja suorituskyvystä	7
1.2.1. Sotilaan toimintakyky	7
1.2.2. Sotilaan suorituskkyky	10
1.3. Työkyky	11
1.4. Sotilaan työ ja sen kuormittavuuden tutkiminen	15
2. TYÖ JA SEN KUORMITTAVUUS	18
2.1. Malli työkyvystä ja työn kuormituksesta	18
2.2. Työkuormituksen osatekijät	21
2.3. Työn fyysinen kuormittavuus	23
2.4. Kuormituksen havainnointimenetelmät	25
2.5. Työn kuormittuneisuuden kokeminen	29
2.6. MET – yhteinen mitta-asteikko	31
3. PALVELUS JA TYÖSKENTELY SOTA-ALUKSELLA	34
3.1. Merivoimien laivastojoukot	35
3.1.1. Merivoimien tehtävät	38
3.1.2. Suomalainen merenkulkukulttuuri	38
3.2. Toiminnan resurssit ja erityispiirteet	40
3.2.1. Olosuhteet aluksella fyysisen toimintakyvyn kannalta	41
3.2.2. Henkilöstön vireystila	42
3.3. Laivapalvelus, työskentely aluksilla	44
3.3.1. Johtosuhteet, tehtävät, ja tehtäväpaikat aluksilla	44
3.3.2. Valmius- ja hälytystilat	46
3.3.3. Vahtipalvelu	46
3.3.4. Merivahti	47
3.3.5. Satamavahti ja kansivahti	49
3.4. Aiemmat tutkimukset	49
3.4.1. Sotilaiden tutkimukset aluspalveluksesta	49
3.4.2. Suomalaiset tutkimukset kauppalaivastosta	51

3.4.3. Kansainväliset tutkimukset kuormittumisesta	51
3.5. Aluspalvelun kuormitustekijät	52
3.5.1. Melu	52
3.5.2. Tärinä	53
3.5.3. Lämpö	54
3.5.4. Merenkäynti	55
3.5.5. Unen puute	57
3.5.6. Säteily	58
3.6. Komentosiltatyöskentely	59
4. VERENKIERTOELIMISTÖN KUORMITTUMINEN JA SEN MITTAAMINEN	61
4.1. Energia-aineenvaihdunnan perusteet ja hapenkulutuksen mittaaminen	62
4.2. Autonomisen hermosto	66
4.2.1. Parasympaattinen hermosto	67
4.2.2. Sympaattinen hermosto	67
4.3. Sydämen ja verenkiertoelimistön toiminnan säätely	68
4.3.1. Verenkiertoelimistön autonomiset refleksit	69
4.3.2. Sykkeen säätely	69
4.4. Sykevariaatio	70
5. TUTKIMUSONGELMAT	73
6. TUTKIMUSMENETELMÄT	74
6.1. Koehenkilöt	74
6.2. Tutkimusasetelma ja aineiston keräys	75
6.3. Sykedatan analysointi	78
6.4. Tilastolliset menetelmät	79
6.5. Tutkimuksen luotettavuus	79
6.5.1. Tutkimuksen reliabiliteetti	80
6.5.2. Tutkimuksen validiteetti	81
7. TULOKSET	82
7.1. Verenkiertoelimistön kuormittuminen	82
7.2. Kuormittuneisuuden kokeminen	84

7.3. Olosuhteiden vaikutus	86
7.4. Työtehtävien kuvaus ja muita havaintoja	87
8. POHDINTA	89
8.1. Verenkiertoelimistön kuormittuminen	89
8.2. Kuormittumisen kokeminen	89
8.3. Olosuhteiden vaikutus kuormittumiseen	89
8.4. Johtopäätökset	90
8.5. Jatkotutkimusmahdollisuudet ja –esitykset	91
LÄHTEET	92
LIITTEET	

JOHDANTO

Yksi tämän tutkimuksen lähtöajatuksista on, että yhteiskunnan ja työelämän muuttuessa nykyiset suorituskyyvaatimukset puolustusvoimien palkatun henkilöstön suorituskyyvylle eivät vastaa tämän päivän vaatimuksia. Puolustusvoimien henkilöstöstrategian 2005 mukaan toimintaympäristö ja sodan ajan joukkojen suorituskyyky edellyttävät henkilöstöltä korkeita eettisiä, psyykkisiä, fyysisiä ja sosiaalisia valmiuksia (Puolustusvoimien henkilöstöstrategia 2005). Henkilöstöstrategiassa eri osa-alueiden kehittäminen on huomioitu yleisellä tasolla. Käytännössä toiminta- ja suorituskyykyyn vaikuttavat osatekijät ovat monellakin sektorilla vielä tutkimatta ja selvittämättä.

2000-luvun alussa aloitettiin puolustusvoimissa järjestelmällinen sotilaiden suorituskyykyyvaatimusten selvittäminen. Asiantuntijaryhmä selvitti olemassa olevan tiedon sotilaan fyysisestä kuormittumisesta. Samalla he esittivät linjaukset puolustusvoimien tutkimukselle fyysisen suorituskyyvyn alalla. Kyseisessä työryhmässä ei kuitenkaan ollut yhtään merivoimien edustajaa. Tämä näkyy muun muassa siinä, ettei jatkotutkimus kohteissa juurikaan huomioitu merivoimien erityispiirteitä: rajoitettua toimintaympäristöä (alus, saari, vedenalaisuus / sukellus, vuorotyö / töiden jaksottelu) ympäristöolosuhteita (tärinä, lämpötila, melu, merenkäynti) tai muita kuormittavia tekijöitä (pitkät purjehdukset, sosiaalinen kuormitus). (TAISTELIJA 2005). Merivoimissa aiemmin suoritettu fyysisen suorituskyyvyn tutkimus oli lähinnä keskittynyt sukellustoimintaan.

Puolustusvoimissa on siis selvitetty suorituskyyvyn tavoitteita ja annettu yleiset ohjeet yksittäisten varusmiesten kouluttamiseksi. Tarkempaa ohjeistusta, eri puolustushaaroille tai eri aselajeille ei ole. Erityisesti ammattisotilaille, kantahenkilökunnalle, fyysisen suorituskyyvyn vaatimuksista ei ole eritelty toiminnan tai työtehtävien mukaan. Vaatimusten määrittely tulisi lähteä liikkeelle toimintakyyvyn ja suorituskyyvyn tarpeesta eri tehtävissä. Lähtökohtana tulisi olla toiminnan eli työn nykyinen määrä tai sen kuormittavuus työntekijälle.

Yhä useampi työnantaja haluaa kiinnittää huomiota työntekijöidensä fyysiseen kuntoon. Useissa ammateissa kuten; palo- ja pelastusala, rakennusala, siivous- ja hoitoalalla, fyysinen toimintakyyky ymmärretään työvälineeksi, ja sellaisenaan välttämättömäksi työkyvyn osatekijäksi (www.tyky.fi). Terveyttä edistävän liikunnan kehittämis-

toimikunnan työelämää käsittelevä työryhmä on linjannut toimintasuunnitelmassaan (2003), että työn vaatimuksia vastaavan fyysisen kunnon ylläpito on tärkeää, vähennettäessä turvallisuusriskejä työuran eri vaiheissa (Lusa, Tammelin & Saarinen 2006). Näin se tulisi olla myös puolustusvoimissa. Tulevaisuuden uhat sotilaiden työkyvyn heikkenemiselle ovat: sotilaiden keski-ikä nousu, elintasosairaudet ja -taudit, sekä esimerkiksi joukko-osastojen lakkauttamisen myötä, pidemmät työmatkat, (Haaja 2004, 97).

Peruslähtökohtina työkyvylle ovat fyysinen, psyykkinen ja sosiaalinen terveys (Ilmarinen 1995, STM 2003.). Työkyky koostuu sekä yksilöön että työhön liittyvistä tekijöistä. Työelämän muutokset ovat lisänneet erityisesti henkisen ja sosiaalisen työkyvyn vaatimuksia. Vaikka raskas ruumiillinen työ on vähentynyt, edelleen noin 25% suomalaisista altistuu raskaalle fyysiselle työlle (Heikkinen & Ilmarinen 2001).

Sodankäynnissä on siirrytty yhä enemmän teknisten järjestelmien käyttöön. Tehokas taistelutoiminta perustuu tulevaisuuden taistelukentällä taistelijoiden ja johtajien kokemusvarastoon, koulutustasoon, taistelukentän tuntemukseen ja intuitiokykyyn. Taistelijoiden ja erityisesti taistelunjohtajien on pystyttävä poimimaan informaatiotulvasta olennaisin oman toimintansa pohjaksi. (Taavitsainen 1997)

Henkilöstön määrä on laskusuunnassa sekä siviilimerenkulun että merivoimien aluksilla: tekninen kehitys on vähentänyt tarvittavien käyttäjien ja huoltajien määrää. Säästöjä hakevien mallien mukaan ihminen nähdään aluksella osana elinjaksokustannuksia (hallinto, muonitus, majoitus), joista on päästävä eroon. Toisaalta ihmisen korvaaminen tekniikalla aiheuttaa myös kustannuksia, jolloin haetaan optimia, sopivaa miehitystä ja toimivia teknisiä järjestelmiä. (Bost ym. 1998). Tarvittavan automaation määrä vaihtelee ihmisen totaalisesta korvaamisesta tietokoneella, operaattorin kuormittumista helpottavaan tietokoneohjattuun apuun (Wickens & Hollands 1999).

Toimittaessa nykyaikaisilla taistelualuksilla on huomioitava ihmisen ja välineen tai laitteen väliset liityntäpinnat. Tämä mahdollistaa välineiden ja ohjelmistojen turvallisen ja tehokkaan käytön, sekä rutiini- että kriisitilanteissa. Huolimatta kaikesta teknisestä kehityksestä, taistelualus on edelleen haastava ympäristö työntekijälle. (Dobie 2003)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää valittujen työtehtävien kuormittavuus verenkiertoelimistölle. Samalla suoritetaan työn havainnointia ja kuvataan tarkemmin aluksilla suoritettavien työtehtävien sisältöjä.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Miten verenkiertoelimistö kuormittuu (n. 24 tunnin seuranta jakson aikana) miehistötehtävissä miinalaivalla?
2. Millaiseksi työntekijät kokevat fyysisen kuormittumisen työjakson aikana?
3. Millainen osuus fysikaalisilla kuormitustekijöillä on kuormittumisessa (lämpötila/ aluksen liike)?

Pääongelma on työn kuormittavuuden selvittäminen valituissa tehtävissä. Tarkoitus on suorittaa ns. perustutkimusta työn kuormittavuudesta. Mahdollisissa jatkotutkimuksissa pyritään selvittämään muiden tekijöiden vaikutusta työn kuormittavuuteen, esimerkiksi ympäristötekijöiden tai operatiivisten velvoitteiden aiheuttama lisäkuormitus.

Työn havainnointi ja suoritettujen työliikkeiden kuvaus ovat oleellinen osa tutkimusta. Työn kuvaus suoritetaan sekä kvalitatiivisesti, että kvantitatiivisesti. Oleellisia tekijöitä ovat toiminnan kestoajat, työn intensiteetti (taakan paino), sekä työskentelyasennot (istuen, seisten, vartalon kulma suorituksissa).

Tässä, ensimmäisessä, aluksilla suoritetuissa työn kuormittavuuden arvioinneissa, keskitytään fyysiseen kuormittumiseen ja siinä verenkiertoelimistön kuormittumiseen. Voiman, taidon, tasapainon ja koordinaation vaatimuksia ei haluttu selvittää. Samoin, työtehtävät olivat tällä kertaa ns. perussuorituksia, ilman operatiivista vihollistoimintaa, joka todennäköisesti vaikuttaisi aluksen toiminta- ja työrytmiin sekä henkilöiden palautumismahdollisuuksiin. Samoin työympäristön kuormitustekijöistä ei nyt haluttu arvioida melun, merenkulun, vaatetuksen eikä suojarusteiden käyttöä. Vain työskentelylämpötila, aluksen liikenopeus ja tuuliolot rekisteröitiin.

Fyysisen työn kuormittavuutta mitattiin fysiologisilla menetelmillä. Koehenkilöt käyttivät Suunnon T6-sykemittaria koko siirtymäpurjehduksen ajan. Sykemittari keräsi sykedatan ”lyönti-lyönniltä” ja tiedot kerättiin tietokoneelle kerran vuorokaudessa. Tiedot analysoitiin valmistajan ohjelmistolla, joka arvio koehenkilön hapenkulutuksen laskennallisesti.

Kohtuullisessa fyysisessä rasituksessa syke nousee lineaarisesti, rasituksen nousun myötä. Kevyessä rasituksessa virhetekijöiden osuus lisääntyy joten tarvitaan tarkentavaa tietoa autonomisen hermoston tilasta. Sykevälivaihtelun ja hengitysfrekvenssin on todettu olevan suhteellisen luotettava kuvaaja autonomisen hermoston aktiivisuudelle myös rasituksen aikana (Pulkkinen 2003, Sukanen 2004). Yhdistämällä toiminnan kuvaus, syke- ja sykevälitieto, voidaan työntekijän verenkiertoelimistön kuormittumista arvioida melko luotettavasti.

Hapenkulutus kuvastaa elimistön energian käyttöä kuormittumistilanteessa. 2000-luvulla työfysiologiassa on työtehtävien energiankulutus ryhdytty kertomaan MET-yksikköinä (Työterveiset 2/2003). Yksikkö kuvaa elimistön aineenvaihdunnallista kuormittumista (1 MET = ihmisen lepoaineenvaihdunnan taso = 3,5ml happea/min/kg). Yksi – yhteinen mitta-asteikko, helpottaa erilaisten töiden ja työtehtävien keskinäistä kuormitusvertailua.

Tämä tutkielma koostuu johdannosta ja kahdeksasta luvusta. Luvut 1-4 ovat teoreettista tarkastelua: 1 tutkimuksen viitekehyksestä toimintakyvyn suhteen, 2 työn ja työkuormituksen mittaamisesta, 3 aluspalvelun luonteenomaisten piirteiden ymmärtämiseksi ja 4 fysiologinen taustatieto verenkiertoelimistön kuormittumisesta. Luku viisi käsittelee tutkimusongelmat. Luvussa kuusi tarkastellaan tutkimusmenetelmiä ja tutkimuksen suorittamista. Luku seitsemän esittelee tutkimuksen tulokset ja luvussa kahdeksan analysoidaan saatuja tuloksia. Saatujen tulosten jälkeen esitetään aiheita ja kokonaisuuksia jatkotutkimuksille.

1. SOTILAAN TOIMINTAKYKY – SOTILAAN TYÖ

Tässä luvussa toimintakyvyn käsitettä lähestytään ensin yleisellä tasolla. Sen jälkeen tarkastellaan toimintakykyä sotilaalliselta kannalta. Suorituskyky käsitteen kautta pääsemme fyysiseen suorituskykyyn ja fyysiseen kuntoon. Nämä ovat pohjana työkyvyn käsitteen tarkastelulle. Työkykyä käsitellään sekä yleisellä tasolla, että sotilaan toiminnan kannalta. Näistä tarkasteluista syntyy tutkimuksen viitekehys, jossa yleiset työkykymallit ja sotilaan toimintakykymallit yhdistetään. Luvun lopussa määritetään vielä tutkimuksessa käytettäviä käsitteitä ja luodaan katsaus puolustusvoimissa tehtyihin sotilaan fyysisen suorituskyvyn tai toimintakyvyn tutkimuksiin.

1.1. Toimintakyky

Puhuttaessa toimintakyvystä, on kyse laajalti hyvinvointiin liittyvästä käsitteestä. Kirjallisuudessa toimintakyvyn käsitteellä ei ole yhtä yhtenäistä määritelmää. Toimintakyky-käsitettä määritellään tutkimusalasta riippuen eri lähtökohdasta ja näkökulmasta, jolloin myös terminologia vaihtelee.

Toimintakyky voidaan ymmärtää monella eri tavalla. Lähinnä terveys- ja hoitoalalla se nähdään melko laaja-alaisena käsitteenä. Toimintakyky jaetaan: fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen toimintakykyyn (Pohjolainen 1987). Kuntoutuksessa toimintakyky käsitteeseen lisätään vielä kuntoutujan oma aktiivisuus, toimintakyvyn edistämiseksi. Fyysinen toimintakyky määritellään usein yhden elinjärjestelmän tai useampien elinjärjestelmien laajana toimintakokonaisuutena (Pohjolainen 1987). Fyysisen toimintakyvyn määrittelyssä korostuu usein hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä tuki- ja liikuntaelimistön toimintakykyisyys. Fyysiseen toimintakykyyn liittyvät läheisesti myös käsitteet fyysinen kunto ja fyysinen suorituskyky (Pohjolainen 1987). Fyysistä toimintakykyä kuvaavat muun muassa maksimaalinen hapenottokyky, aerobinen ja anaerobinen kapasiteetti sekä lihasten isometrinen voima.

Fyysisellä, psyykkisellä ja sosiaalisella toimintakyvyllä on runsaasti vaikutusmekanismeja toisiinsa. Näitä keskinäisiä vaikutuksia voidaan havainnoida esimerkiksi fyysisen toimintakyvyn sektorilta. Fyysisen toimintakyvyn ennakoinnin heikkenemisen on huomattu työikäisillä vähentävän myös psyykkistä ja sosiaalista aktiivisuutta (Heikkinen & Ilmarinen 2001).

Toimintakyky on käsitteenä monimerkityksellinen, riippuen mistä lähtökohdista sitä tarkastellaan? Se voidaan määritellä erilaisten mallien avulla, jolloin toimintakyvylle asetetaan mallista riippuen raamit tai rajat. Toinen tapa lähestyä toimintakykyä on yksilö – yhteisötaso. Yksilö on toimintakykyinen kun hän ”selviytyy itselleen merkityksellisistä toimista.” Tällöin tutkittavalle ei voida etukäteen asettaa raameja toimintakyvystään. Tutkittavalla on omat näkemyksensä hänelle tärkeistä asioista, joiden kautta hän arvio omaa toimintakykyään. Tässä tutkimuksessa pyritään pitäytymään myöhemmin esitettävissä toimintakyvyn malleissa, kenties niitä hieman yhdistellen. Seuraavassa esitellään muutamia yleisesti käytettyjä malleja toimintakyvyn käsitteestä ja sen osatekijöistä.

Toimintakyvyllä tarkoitetaan yleisesti yksilön käytännön mahdollisuuksia ja edellytyksiä selviytyä ja suoriutua päivittäisistä tehtävistä ja haasteista. WHO:n uusi ICF-malli (International classification of functioning, disability and health) kuvaa yksilön suoriutumista toimintakyvyn ja toimintaedellytysten osatekijöiden vuorovaikutusverkkona. Tässä mallissa voidaan tarkastella yksilötason toimintaa (activity) tai yhteisötason toimintoja (participation). Yhteiskunta, elinympäristö, kulttuuri, teknologia sekä yksilötekijät vaikuttavat siihen – miten yksilö selviytyy maailmasta (Ojala 2001, WHO 2001.)

Toimintakyvyn ICF-mallin tyypinen idea toiminta- ja työkyvyn monitasoisuudesta on myös BPSDC-mallissa (BioPsychoSocial Dimensional Classification for functioning). Tässä mallissa toimintakyky on biopsykososiaalinen ja kolmiulotteinen toiminnallinen tila – suhteessa terveyteen. Eri ulottuvuudet kuvataan keskenään dynaamisina vuorovaikutussuhteina. (Talo 1997, Talo 2001, Talo ym. 2001)

Terveys on ihmisen toimintakyvyn perusta. Se koostuu fyysisestä, psyykkisestä ja sosiaalisesta toimintakyvystä. Nämä toimintakyvyn osatekijät vaikuttavat ihmisen selviytymiseen kaikilla elämän sektoreilla ja erityisesti työkykyyn työelämässä. Kaikki toimintakyvyn osa-alueet ovat yhteydessä toisiinsa ja kaikki elämän vaiheet vaikuttavat niitä vahvistavasti tai heikentävästi. (Ilmarinen 1999.)

Toimintakykyyn vaikuttavat kaikki yksilön henkilökohtaiset ominaisuudet., kuten sukupuoli, fyysinen aktiivisuus, krooniset sairaudet, elintavat ja työ. Toimintakyvyssä

tapahtuvat muutokset eroavat yksilöiden välillä alkamisajankohdan ja muutosten etenemisnopeuden osalta (Suominen 1997).

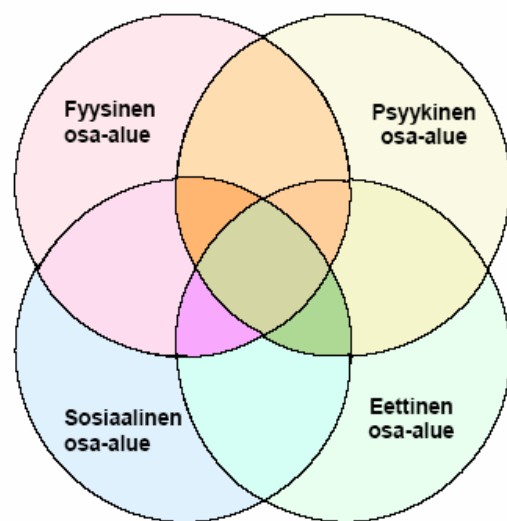
Osaltaan toimintakyky on myös päätöksentekokykyä. Huolimatta teknisestä kehityksestä, yleensä tarvitaan ihminen suorittamaan viimeinen päätös ja ”painamaan” koneiden käynnistysnappulaa tai hyväksymään tietokoneella ohjelmistojen esittämistä vaihtoehtoista sopivin. Ihminen on usein vielä lopullisen päätöksen tekijä. Päätöksentekoon ja päätöksen edellyttämiin toimenpiteisiin vaaditaan ihmiseltä riittävää toimintakykyä (Heinonen 2005)

1.2. Sotilaallinen näkemys toimintakyvystä ja suorituskyvystä

1.2.1. Sotilaan toimintakyky

Puolustusvoimissa toimintakyky ymmärretään melko kokonaisvaltaisena käsitteenä. Toimintakyky ei ole vain mitattavia suorituksia, vaan myös yksilön ja yhteisöjen osaamista ja oppimista. Ne mahdollistavat tavoiteltavan suorituskyvyn aikaansaamisen, jota tarvitaan nykymaailman muutoksissa, ristiriitaisuuksissa ja epävarmuudessa. (Palkatun henkilöstön osaamisen kehittämisen strategia 2004, 30).

Suomalaiseen sotilaspedagogiikkaan on professori Toiskallio tuonut erääksi peruskäsitteeksi sotilaan toimintakyvyn (Toiskallio 2000, 35).



Kuva 1. Sotilaan toimintakykymalli (STKM), Toiskallio 1998.

Professori Toiskallio näkee toimintakyvyn eräänlaisena yläkäsitteenä, lähinnä sotilaan valmiutena toimia erilaisissa ympäristöissä ja tilanteissa. Se on ”yksilön sisäistä valmiutta” (1998, 167). Tilannetietoisuus ja tilannekohtaiset taidot ovat toimintakyvyn peruselementtejä jotka yksilön on opittava suhteuttamaan kulloiseenkin ympäristöönsä (Toiskallio 2000, 36). Taistelujen suorittaminen, niiden kiivaus, tuhovoimaiset taisteluvälineet ja asejärjestelmät edellyttävät sotilalta suurta toimintakykyä. Jotta taistelija pystyy pitämään tilannetietoisuutensa riittävällä tasolla, hänen on kyettävä havainnoimaan taistelukentän tilanteet jatkuvasti. Tämä edellyttää taistelijalta toimintakyvyn eri osa-alueilla korkeaa tasoa. Silloin hän kykenee tekemään väsyneenäkin nopeita ja järkeviä päätöksiä (Toiskallio 1998).

Puolustusvoimien näkemys toimintakyvystä, varsinkin mitattavasta sellaisesta, pohjautuu pitkälti fyysiseen toimintakykyyn. Tällöin toimintakyvyn synonyyminä varsin usein käytetään fyysistä suorituskkyä. Fyysistä suorituskkyä ja sen eri osa-alueita on helppo mitata, joko kenttäkokeilla tai laboratorio-olosuhteissa. Fyysinen suorituskky voidaan jaotella yleiskestävyyteen, lihaskuntoon ja motorisen taitoon. Eran (1994) mukaan työssä selviytymisen kannalta keskeisiä fyysisen toimintakyvyn osa-alueita ovat sydän- ja verenkiertoelimistön kapasiteetti sekä tuki- ja liikuntaelimistön toiminnallinen valmius. Tässä tutkimuksessa tullaan keskittymään verenkiertoelimistön kuormittumiseen.

Fyysinen toimintakyky on osa fyysistä työtä tekevän työntekijän ammattitaitoa ja osaamista. Siksi ammattitaidon ylläpitäminen merkitsee myös fyysisen suorituskkyyn ylläpitoa sen lisäksi, että työn kuormittavuutta tulee säädellä vastaamaan iän myötä tapahtuvaa luonnollista suorituskkyyn laskua (Ilmarinen 1999). Puolustusvoimissa kyseinen käsitys on myös hyväksytty. Sitä jopa suositetaan, ainakin virallisissa kirjoituksissa ja toimintaohjeissa. Käytännön tasolla, asia tuntuu olevan se, josta on helppoin luopua ja keskittyä muihin ”ydintoimintoihin.”

Liikuntaan liittyvässä kirjallisuudessa ja tutkimuksissa käytetään useita lähekkäisiä englanninkielisiä termejä, kuten physical activity, physical fitness, physical exercise ja sport. Physical exercise-termi määrittää liikuntaa harjoitustyyppin, intensiteetin, määrän ja keston perusteella. Physical fitness-käsite viittaa fyysiseen kuntoon, johon sisältyvät voima, kestävyys, notkeus, tasapaino ja koordinaatio. Fyysistä kuntoa pyritään ylläpitämään tai parantamaan liikunnan ja harjoittelun avulla.

Tässä tutkimuksessa tullaan aluspalvelua tarkastelemaan fyysisenä työnä. Tällöin työtä tarkastellaan sen ajallisen keston, suoritusten määrien, ja työn kuormittavuuden tai sen intensiteetin näkökulmasta. Lähin englannin-kielinen vastine voisi olla siis physical exercise. Käsitteet vaihtelevat eri kulttuureissa ja eri yksilöidenkin välillä. Yksi termi tai käsite ei voi mitenkään kuvata laajaa kokonaisuutta, esimerkiksi työtä ja sen kuormittavuutta. Samoin nyt, pelkkä mitattu fyysinen suoritus tai suorituskky ei kuvaa työtä ja siinä kuormittumista. Physical fitness-käsite, eli fyysinen kunto, tuo siihen jo laajempaa näkemystä ja ymmärrystä. Oleellinen tekijä on tällöin kuormituksen suhteellisuus tai kuormittumisen aste tai taso. Kysymys siis kuuluu, onko fyysisen kunnan hyvydellä tai heikkoudella merkitystä aluspalveluksessa?

Kansainvälinen fyysisen kunnan käsite on peräisin Yhdysvalloista (ACSM 2000, 57). Tässä määritelmässä fyysinen kunto nähdään yksilön kykynä selviytyä päivittäisistä tehtävistä liiaksi väsymättä, voidakseen nauttia vapaa-ajastaan ja selviytyä odottamattomista kuormittavista tilanteista (Physical Activity and Health 1996, 20).

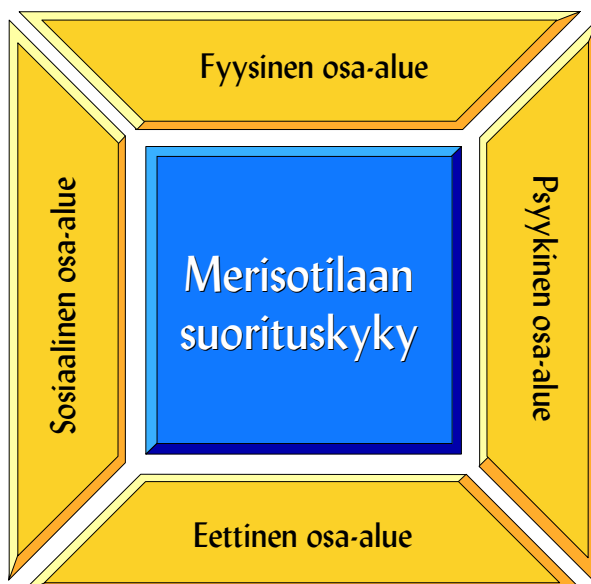
Kunto on käsitteenä hyvin laaja. Vuoren (1999, 16-17) mukaan kunto tarkoittaa tilaa ja siihen liittyviä lisämääreitä (esimerkiksi hyvä tai huono) suhteessa lähtötilanteeseen tai tavoitetilään. Kunto tulee siis suhteuttaa aina henkilön omaan terveydentilaan, elämäntilanteeseen, tavoitteisiin sekä perimän asettamiin rajoihin. Valtaosa suomalaisista tutkijoista (Nupponen & Mälikä 1986, 179-181, Oja 1999, 57) määrittelee kunnan Vuoren tavoin. Kunto tarkoittaa henkilön fyysistä ja psyykkistä kelpoisuutta tai toimintakykyä selviytyä jokapäiväisistä tehtävistä. Liikunnan yhteydessä kunnolla tarkoitetaan yleensä suorituskkyä, mikä ei suoraan kerro henkilön kunnosta, vaan ainoastaan yksittäisen testin tai mittarin analysoiman kunnan osa-alueen toiminnasta. Samoin yksittäinen testitulos voi olla vähäinen tai heikko, mutta perintötekijöistä johtuen henkilön lähtökohdatkin voivat olla heikot (Vuori 1999, 16-17).

Kun liikunnan terveysvaikutuksista on kertynyt lisää tietoa, on syntynyt myös uusia käsitteitä. Eräs niistä on terveyskunto. Sillä tarkoitetaan ihmisen tilaa ja toimintakykyä terveyteen liittyvässä merkityksessä (Oja 1999, 57). Terveyskuntoon kuuluvat sellaiset kunnan osatekijät, jotka ovat yhteydessä terveydentilaan joko myönteisesti tai kielteisesti. Terveyskunto on terveyttä ja toimintakykyisyyttä selviytyä tavallisen elämän vaatimuksista vaivattomasti ja liikaa väsymättä (Sunin 1998, 29-30).

Kansallisesti ja kansainvälisestikin kunto määritetään hyvin yhtenevällä tavalla. Se muodostuu kuntotekijöistä, joita ihmisillä on tai mitä he voivat saavuttaa (Caspersen ym. 1985). Hän jakaa kuntotekijät taitoon ja terveyteen liittyviin tekijöihin. Taitoon liittyvä kunto koostuu kuntotekijöistä, joita ovat ketteryys, tasapaino, koordinaatio, nopeus, reaktionopeus ja tehokkuus. Terveysteen liittyvä kunto koostuu hengitys- ja verenkiertoelimistön kestävyydestä, lihaskestävyydestä, -voimasta, kehon koostumuksesta ja notkeudesta. (Caspersen, Powell & Christenson 1985.) Määritelmä on toimiva, sillä kuntokäsite jaotellaan yleisesti terveys- tai taito-suorituskykyperusteisesti riippuen asiayhteydestä ja kohderyhmästä. Edelleen suomalaisen Nupposen (1997, 17) mukaan kunto kuvaa elimistön energiantuotto- ja siirtojärjestelmän, hengityksen ja verenkierron sekä lihaksiston ja muun pehmytkudoksen toiminta- ja sopeutumiskykyä fyysisessä rasituksessa. Tässä tutkimuksessa keskitytään verenkiertoelimistön toimintaa aluspalvelutyössä

1.2.2. Sotilaan suorituskyky

Professori Toiskallio vertaa suorituskykyä urheilijan kilpailusuoritukseen ”hetkellinen huippusuoritus = suorituskyky” (1998, 167). Suorituskyky tarkoittaa tällöin tavoitteen saavuttamista tietyssä ympäristössä ja tilanteessa. Näin ollen toimintakyky on yläkäsite myös suorituskyvylle.



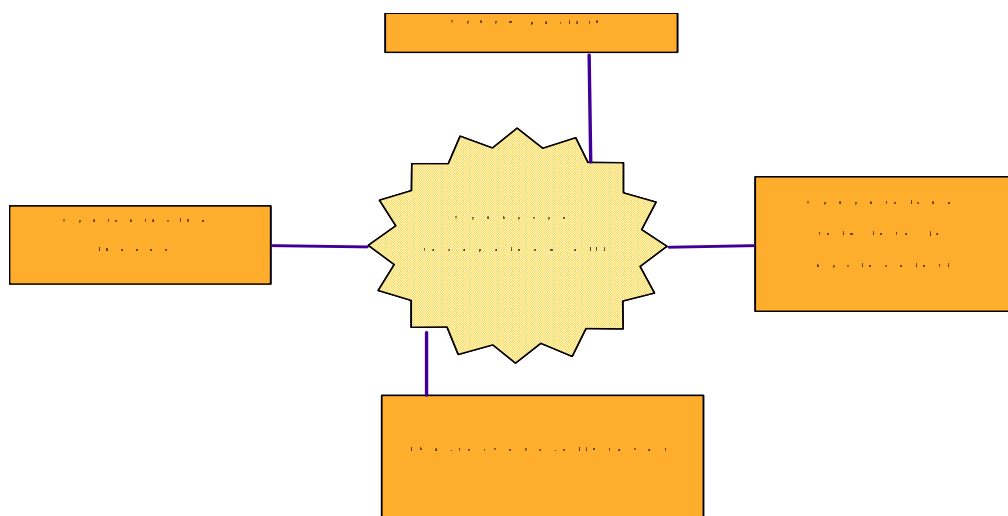
Kuva 2. Toimintakyvyn ja suorituskyvyn suhde
Mukaelma Toiskallion mallista (1998)

Tässä tutkimuksessa työntekijän absoluuttinen suorituskky tai sen hyvyys ei ole oleellista. Koehenkilöiden maksimaalinen verenkiertoelimistön suorituskky eli VO2max selvitettiin, mutta tietoa tarvittiin lähinnä arvioitaessa heidän suorittamansa työtehtävän kuormittavuuden tasoa.

1.3. Työkyky

Työterveyslaitos on Suomessa tutkinut työtä ja työntekijän kuormittavuutta työntekijää vuosikymmeniä. Heidän tutkijansa määrittävät työkyvyn seuraavasti: Työkyky perustuu toimintakykyyn, jolla suoriudutaan yli- tai alikuormittumatta ja kohtuuttomasti väsymättä työn fyysisistä, psyykkisistä ja sosiaalisista vaatimuksista. Fyysisen työkyvyn osatekijöitä ovat hengitys- ja verenkiertoelimistön ja tuki- ja liikuntaelimistön kunto sekä kehon hallinta. Psyykkisen työkyvyn osatekijöitä ovat muun muassa älylliset voimavarat, myönteinen mieliala, paineensietokyky sekä keskittymis- ja uusien asioiden oppimiskyky. Sosiaalinen työkyky käsittää ihmissuhde- ja vuorovaikutustaitoja, kuten kykyä yhteisten asioiden hoitamiseen, työtovereiden ymmärtäminen ja kuunteleminen sekä omien mielipiteiden ilmaiseminen ja julkinen esiintyminen. (Louhevaara 1995; Louhevaara, Kukkonen & Smolander 1995.)

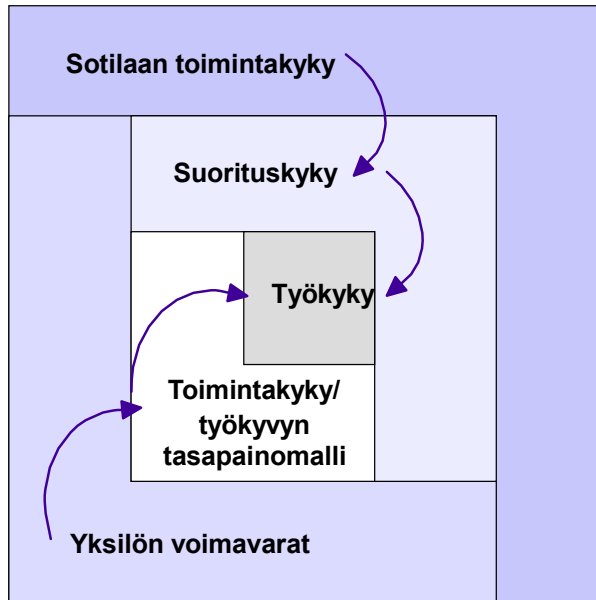
Työntekijän henkilökohtaisiin ominaisuuksiin perustuvaa toimintakykypainotteista näkökulmaa voidaan laajentaa lisäämällä työkykyyn vaikuttaviin osatekijöihin työntekijän ikä, terveys ja elintavat (Ilmarinen 1995), työtehtävien luonne, työympäristö ja työyhteisön toiminta ja hyvinvointi (Louhevaara ym. 1995). Lopputuloksena käytössä oleva työkyvyn tasapainomalli, joka kuvaa yksilön voimavarojen ja työn vaatimusten suhdetta.



Kuva 3. Työkyvyn tasapainomalli

Tutkimuksen lähtökohta oli tarkastella työkykyä yleisen työkyvyn tasapainomallin ja sotilaan toimintakykymallin perusteella seuraavan kuvion mukaisesti. Tarkoitus oli lähestyä merellä tehtävää työtä 1) sotilaan toimintakyvyn kannalta ja 2) yleisen työelämän periaatteiden mukaisesti.

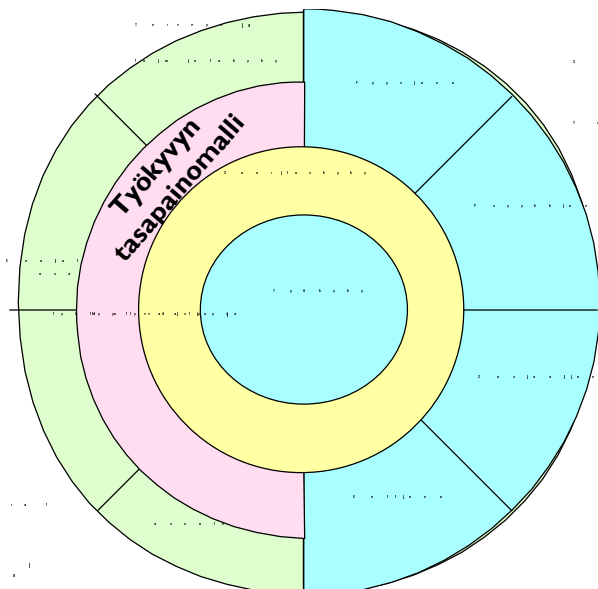
Sotilaallinen näkemys



Yleinen työelämän näkemys

Kuva 4. Tutkimuksen ajatuksellinen lähtökohta

Teoriapohjaan perehtyminen toi lisätietoa työkykyyn liittyvistä teorioista ja malleista. Laajentuneen tietämyksen ja yksinkertaistettujen mallien yhdistäminen tutkimuksen viitekehykseksi tuntui haastavalle. Erilaisista malleista syntyi kuitenkin seuraava kooste, jossa pyritään yksinkertaistamaan työkykyyn liittyvät osatekijät ja toisaalta osoittamaan suomalaisen sotilaspedagogiikan yhteneväisyydet yleiseen näkemykseen ihmisen toiminnasta (kuva HU). Kuvion oikea puoli on suoraan professori Toiskallion luoma "sotilaan toimintakykymalli". Kuvion vasemmalla puolella kuvataan yleistä näkemystä työkyvystä ja sen osatekijöistä.



Kuvio 5. Tutkimuksen viitekehys

Jokainen yllä olevassa kuviossa oleva käsite, tai työkyvyn osatekijä, on oma laaja kokonaisuutensa. Vaikka kyseisessä kuviossa käsitteiden ja termien välillä on toisiinsa erottavat kiinteät viivat, ei todellisuudessa kuitenkaan näin ole. Asiat ovat keskenään vuorovaikutuksessa ja kyseessä on enemmänkin näkökanta tai suhtautumistapa. Eli voimme tarkastella sotilaan (aluksella palvelevaa) työkykyä esimerkiksi koulutuksen ja osaamisen kannalta. Tällöin meidän tulisi varmaankin selvittää muun muassa: hänen motivaationsa koulutukseen, jotain hänen arvoistaan, osaako hän huolehtia terveydestään ja toimintakyvystään aluksella, riittääkö hänen fyysinen suorituskykynsä raskaimpiin työtehtäviin, mitkä ovat hänen sosiaaliset taitonsa tulla toimeen rajoitetussa toimintaympäristössä muiden kanssa ja niin edelleen.

Tässä tutkimuksessa pyritään pitäytymään fyysisen toimintakyvyn sektorin alueella ja jättämään muut näkökannat myöhemmille tutkimuksille ja selvityksille. Puolustusvoimissa, ja erityisesti merivoimissa, on varsinaisen operatiivisen työn fyysistä kuormitusta tutkittu melko vähän. Asian yleisen ymmärtämisen vuoksi on tämän tutkimuksen alussa melko laaja teoria- tai kirjallisuusosa, jonka tarkoitus on selventää asiaan vähemmän perehtyneelle lukijalla työn kuormituksen ja elimistön kuormittumisen periaatteita.

Tutkimuksen viitekehyksessä olevat yksilön voimavarat koostuvat Ilmarisen (1999; 2000) mukaan: terveydestä ja toimintakyvystä, koulutuksesta ja osaamisesta, arvois-

ta ja asenteista sekä motivaatiosta ja työtyytyväisyydestä. Hänen mielestään yksilön voimavarojen riittävyys punnitaan työssä, jossa työn henkisten ja fyysisten vaatimusten lisäksi niihin vaikuttavat työyhteisö ja työympäristö. (Ilmarinen 1999, 61; 2000.)

Yksilön voimavarojen jaottelussa voidaan nähdä tiettyä yhteneväisyyttä sotilaan toimintakykymallin kanssa. Arvot ja asenteet on helppo mieltää ja käsitellä eettisen toimintakyvyn otsikon alla. Samoin motivaatiota ja työtyytyväisyyttä mitataan useimmiten erilaisilla psyykkisen toimintakyvyn mittareilla. Edelleen aiemmin vallalla olleet käsitykset fyysisestä toimintakyvystä ja terveydestä ovat olleet lähellä toisiaan. Hyvä fyysinen suorituskyky on mielletty terveydeksi ja vastaavasti käsite terve ihminen on mielletty hyväkuntoiseksi tai suorituskykyiseksi.

Työkykyä voidaan tarkastella erilaisten näkökulmien kautta. Tällaisia näkökulmia ovat lääketieteellinen, tasapainomallin mukainen ja integroitu työkykynäkökulma. Määritelmien perusteina ovat erilaiset käsitykset ihmisestä, työstä sekä ihmisen ja ympäristön välisestä vuorovaikutuksesta. Näissä malleissa työkyvyllä ymmärretään työssä selviytymisen mahdollisuuksina ja kriteereitä. Lääketieteellisessä työkykymallissa työkyky nähdään asteikolla: sairaus-terveys. Tällöin lähtökohtana on yksilön psyko-fyysisen järjestelmän tilanne, jossa ei tarkastella työtä ja sen luonnetta. Työkyvyn tasapainomalli taas painottaa yksilön toimintakykyä suhteessa työn vaatimuksiin. Edelleen pohjana ovat yksilön ominaisuudet, ikä, koulutus, motivaatio ja työn vaatimukset. Työntekijän kyvyt ja taidot nähdään ympäristöstä riippumattomina. Kolmas lähestymistapa, integroitu näkökulma työkykyyn on samankaltainen kuin Ilmarisen (2003) kuvaama ”työkykymalli”. Tämä näkökulma huomioi laajemmin työkuultuuria ja yhteisöllisiä toimintatapoja kuin edelliset. mallissa painottuukin eniten työyhteisön kyky vastata asetettuihin haasteisiin kuin terveys tai yksilölliset ominaisuudet. (Loppela 2004)

Tässä tutkimuksessa näkökulma työkykyyn on työkyvyn tasapainomallin mukainen. Tutkimuksen tarkoitus on selvittää kuinka paljon tutkittavat kuormittuvat työssään, eli mitkä ovat työn vaatimukset. Työkyvyn katsotaan olevan riittävä, kun yksilön voimavarat vastaavat työn vaatimuksia (Heikkinen& Ilmarinen 2001).

1.4. Sotilaan työ ja sen kuormittavuuden tutkiminen

Suomessa sotilaan tekemää työtä, tai hänen työtehtävissään vaatimaa suorituskyyä aloitettiin tutkimaan ja selvittämään tarkemmin 1990-luvun lopulla. Sotilaiden fyysisestä suorituskyyvystä tai fyysisen suorituskyyvyn vaatimuksista on puolustusvoimissa tehty muun muassa seuraavia tutkimuksia tai selvityksiä:

Alavillamo, J. 1999 "Toimintakyy"

Haaja, O-P. 2004 "Maavoimien kantahenkilökunnan fyysisen suorituskyyvyn harjoittaminen – Nykytila ja esitykset kehittämiseksi"

Koski, H. 1997 "Jalkaväen taistelutehtävät"

Vehviläinen, 1998 "Taistelijan toimintakyy"

Vesanen, J. 2001 "Upseereiden fyysisen toimintakyyvyn arviointi"

Viskari, J. 1998 ja 1999, "Jääkäriyhmä hyökkäyksessä"

Valtaosa tutkimuksista jakautuu kahteen aihepiiriin; koulutuksen toteutus tai vaikuttavuus ja kantahenkilökunnan tai kadettien suorituskyy ja asenteet. Varsinaisia mitattuja kuormituksia tai kuormittuneisuus mittauksia ei ole montaakaan. Osa toimintakyyvyn aihepiirin tutkimuksista on selvittänyt enemmän kognitiivisen kapasiteetin kuormittumista kuin fyysistä puolta. Edellä mainittujen lisäksi on pienryhmän (tykkiryhmän) tai eri joukkueiden suorituskyyvystä ja suorituskyyvaatimuksista tehty lukuisia selvityksiä ja kuvauksia. Nekkään eivät kuitenkaan ole sisältäneet juurikaan tosiasiallista tietoa fyysisen työn kuormittavuudesta. Tulokset ovat olleet: erilaisia aikamääreitä tai yhteistoiminnallisia tehtävien suorituskyyä sekä esityksiä koulutuksen järjestämiseksi.

Puolustusvoimissa tehdyistä tutkimuksista ja kansainvälisten tutkimusten perusteella on sotilaille asetettu seuraavassa esiteltyjä fyysisiä suorituskyyvaatimuksia. Nämä suorituskyyvaatimukset rajoittuvat muutamaan helposti mitattavaan ominaisuuteen. Kullakin sotajoukolla on omat erikoisjoukkonsa. Pääsy- tai suorituskyyvaatimuksia niihin ei paljoakaan ole saatavilla. Saadun tiedon todenperäisyyskin voi olla heikkoa, Lähtökohtaisesti erikoisjoukkojen vaatimukset ovat kovemmat ja vaativammat kuin normaalit miehistötehtävien vaatimukset.

Fyysinen kunto, jota on yleisimmin mitattu – analysoitaessa työntekijöiden "kuntoa", jaetaan aerobiseen, tuki- ja liikuntaelimistön sekä motoriseen kuntoon. Lisäksi kehon koostumus voi vaikuttaa tuloksiin huomattavastikin (paino, rasvaprosentti, luuntihe-

ys). Aerobinen kunto koostuu kestävydestä, maksimaalisesta aerobisesta tehosta, sydämen- ja keuhkojen toiminnasta sekä verenpaineesta. Tuki- ja liikuntaelimestön kunto koostuu lihasvoimasta, lihaskestävyydestä sekä liikkuvuudesta. Motorista kuntoa kuvaavat kehon tasapaino, koordinaatiokyky ja liikenopeus. Kehon koostumuksen osa-alueita ovat pituuden ja painon suhde (painoindeksi BMI), ihopoimujen paksuus eli rasvaprosentti, vyötärön ja lantion ympärykset sekä luuntiheys. (Bouchard ym. 1994; Fogelholm 2004; Oja 1999.)

Kestävyydellä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa, ja yleisestikin, kykyä vastustaa väsymystä, joka riippuu työtä tekevien lihasten energian saannista ja sen riittävydestä. Kestävyys jaetaan aerobiseen ja anaerobiseen kestävyteen (Rusko 1989). Kestävyyden osalta hapenottotasoksi, jonka sotilas / taistelija tarvitsee (ml/painokilo), on mitattu eturivin jääkäritaistelijalle 50-55 ml/kg (Viskari ym. 1999). Varusmiesten suorittamassa Cooper-juoksutestissä 2800 metrin tulos, vastaa noin 52 ml/kg hapenotto- tasoa (PAK A:3.1 Liite 4, 1999), eli sotilaalta vaadittavaa aerobisen kestävyden tasoa.

Kestävyyden lisäksi sotilas tarvitsee voimaa, kantaakseen varusteitaan ja välineitään sekä nopeutta vaativiin suorituksiin mm. hyppyt ja heitot. Voima on perusominaisuus, jota tarvitaan kaikessa työssä, muodossa tai toisessa. Voima jaetaan energian tuotannon vaatimusten perusteella maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan (Häkkinen 1990). Viskarin (1999) arvio lisäpainoksi, joka taistelijan tulee kyetä kantamaan, on noin 45-55 % taistelijan omasta painosta. Kansainvälisissä raporteissa lisäkuormat vaihtelevat 30 %:sta (Knapik ym. 1997) aina yli 100%:iin (Dean 2005).

Voimavaatimukset vaihtelevat eri sotilaskulttuureissa. Voiman eri muotojen tarve on lisäksi vaihtelevaa (Reffeltrath ym. 2005 ja Dean 2005). Suomessa on päädytty sotilaiden suorituskkytysteissä testaamaan voimaa yhden minuutin suoritusajalla. Kyseinen testi mittaa voiman ala-lajeista eniten kestovoimaominaisuutta. Voiman osalta (varusmiesten lihaskuntotesti) tavoitetaso on "lihaskuntoindeksi = hyvä" (Reserviläis- tutkimus 2004). Lihaskuntoindeksin muodostavat seuraavien lihaskuntoliikkeiden viitearvojen mukaiset luokittelupisteet: istumaannousu, etunojapunnerrus, käsinkohonta (leuanveto), selkälihasliike ja vauhditon pituushyppy (Pääesikunnan koulutusosasto 2000).

Kaikkiaan viimeaikaiset sodat (1990-luvulta) ja tutkimukset niistä osoittavat, että sotilalta vaaditaan edelleen hyvää suorituskkyä (Tilander 1999) Taistelijoille asetettavat fyysiset vaatimukset koskettavat kaikkia tasoja (johtajat - miehistö, taistelevat joukot - huoltohenkilöstö). Tulevaisuuden sodat ja "rauhaan pakottamisoperaatiot" edellyttävät sotilailta todennäköisesti pidempiä yhtäjaksoisia taistelujaksoja - ilman unta tai lepojaksoja. Näin ollen erityisesti fyysisen suorituskyyvyn merkitys korostuu toiminnassa taistelukentällä (Kosola 2000).

Ilmavoimissa on jo vuosia nähty henkilökunnan fyysinen kunto ja suorituskky oleelliseksi osaksi sotilaan ammattia. Lentäjien fyysistä kuntoa on seurattu Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmän toimesta. Seurantaa on toteutettu sekä kenttätesteillä, että laboratoriotutkimuksilla. Tutkimustietojen karttuessa on aikanaan mahdollista määrittää sotilaslentäjältä edellytettävä fyysisen kunnan tavoite-taso. Tämän jälkeen voidaan standardoiduin testein mitata yksittäisen ohjaajan fyysisiä suorituksia ja verrata niitä aiemmin saatuihin suomalaisten lentäjien normituloksiin. (Lentävän henkilöstön liikuntakoulutusryhmä 1996). Vastaavan tyyppinen toiminta tulisi aloittaa myös merivoimissa. Eri puolustushaaroilla on omat erityispiirteensä, eikä niitä voi kukaan ennustaa tai ekstrapoloida suoraan kansainvälisistä tutkimuksista tai maavoimien joukoilla tehdyistä tutkimuksista. Tämän tutkimuksen avulla on tarkoitus aloittaa merisotilaan toimintakyyvyn selvittäminen ja löytää oikeat toimintatavat ja menetelmät jatkotutkimuksilla.

2. TYÖ JA SEN KUORMITTAVUUS

Tässä kappaleessa on tarkoitus perehtyä olemassa olevaan työn, työkyvyn ja työkuormituksen tutkimiseen. Alaluvuissa luodaan katsaus teoriaan, menetelmiin, käytäntöihin ja käytettäviin mittareihin tai mittayksiköihin.

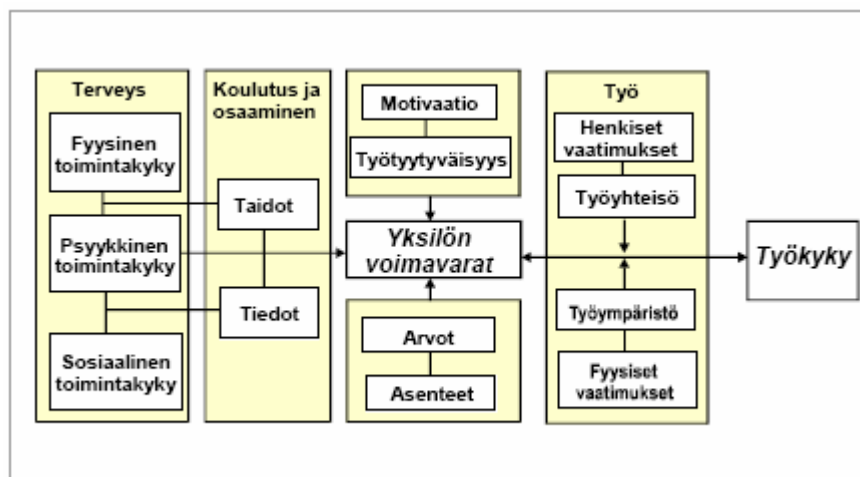
Lähtökohta työn kuormittavuudessa on, että ruumiillinen työ kuluttaa energiaa. Henkinen stressi aiheuttaa lisäkuormitusta ja heikentää samalla elimistön sopeutumiskykyä. Nämä seikat yhdistäen on Lindholm (2003) todennut: että rajat fyysisesti ja henkisesti rasittavien töiden välillä häipyvät. Henkilön tekemä työ tuntuu heistä raskaalta, eivätkä he itsekään osaa analysoida, mistä se johtuu. Ovatko väsymisen syyt olleet siis fyysisiä vai henkisiä? Onko syy väsymiseen seurausta työstä, työympäristöstä vai työntekijästä itsestään?

Suomessa työtä ja työn kuormittavuuden tutkimusta johtaa työterveyslaitos. Se myös toteuttaa tutkimusta eniten. Työterveyslaitoksen tämän hetkinen näkemys työn kuormitustekijöistä on seuraava: työn fyysinen kuormittavuus, työn psyykinen kuormittavuus, työaika- ja työvuorojärjestelyt sekä työturvallisuus tekijät (Lindström ym. 2003). Tässä Pro gradu -tutkielmassa keskitytään työn fyysisiin kuormitustekijöihin.

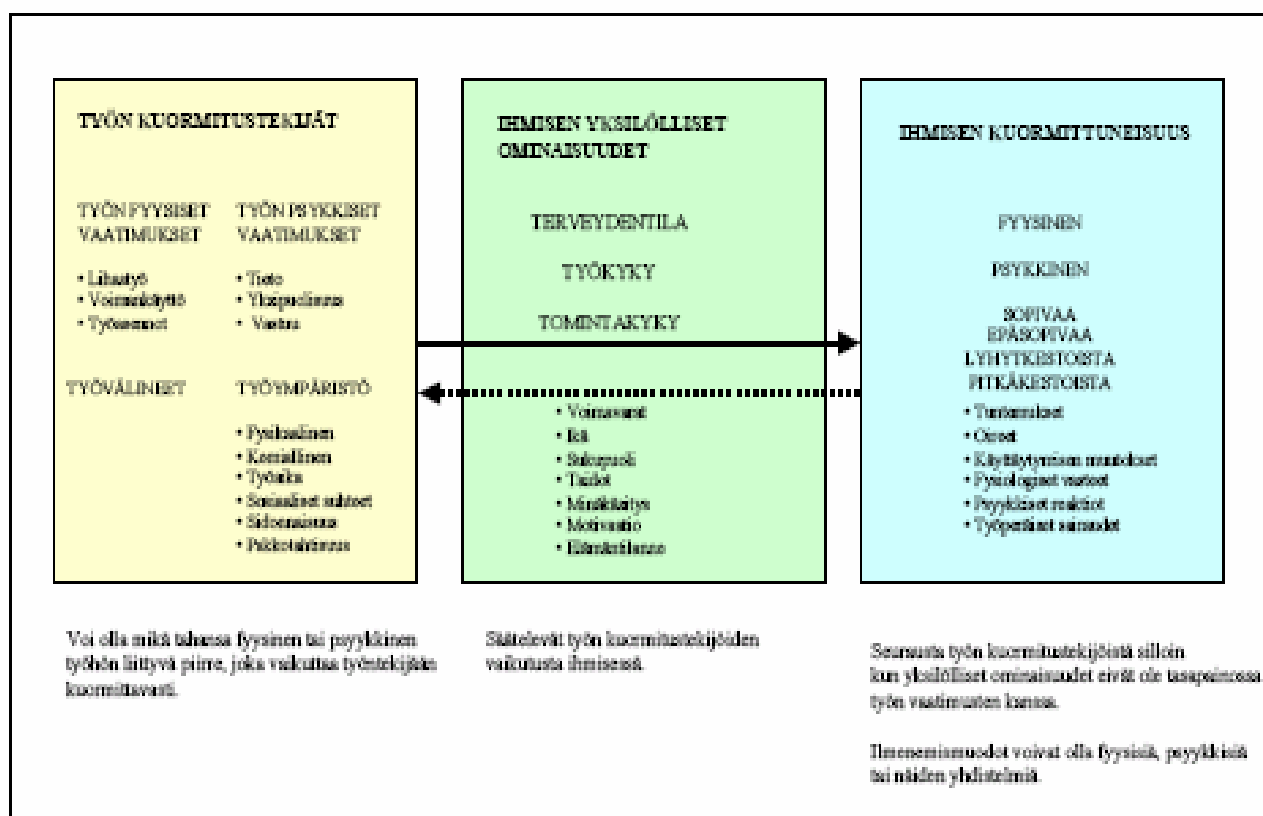
2.1. Malli työkyvystä ja työn kuormituksesta

1970-luvulta lähtien työkuormituksella on yleisesti tarkoitettu ihmisen fyysisten ja psyykkisten toimintojen ja ominaisuuksien käyttöä työssä ja työprosessissa (Lindström ym. 2005; Virkkunen ym. 1999). Työkuormituksella käsitetään kaikkien määriteltävissä olevien, työskentelijään vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutusta (Edholm & Weiner 1981)

Suomessa hallitseva näkemys työkyvystä perustuu Ilmarisen työkykymalliin (1997), joka perustuu työkyvyn tasapaino-malliin. Toisaalta työkyky-malli pohjautuu jo kymmeniä vuosia vanhaan stressiteoriaan perustuvaan Rutenfranzin (1981) kuormakuormittuminen-malliin.



Kuva 6. Työkykymalli (Ilmarinen 1997).



Kuva 7 Kuorma- kuormittuminen – malli, (Rutenfranz 1981)

Tämänkin tutkimuksen ajatuksellinen viitekehys mukaillee ns; työkuormitus – työkuormittuminen – mallia, jota on hyödynnetty useissa suomalaisissa terveysalan tutkimuksissa (mm. Tuomi ym 1991a; Lusa 1994, Nevala-Puranen 1997). Ihmisen ja hänen kehonsa toiminta on edelleen hyvin samanlaista, kuin se on ollut aiemminkin. Rodullisesti tai teknologian myötä emme ole vielä parissa vuosikymmenessä pysty-

neet muuttumaan fysiologisesti niin paljoa, ettei sama lähestymistapa toimisi edelleen.

Tämän näkökulman mukaan työssä kuormittuminen voi olla joko sopivaa tai haitallista. Jos työntekijän työkyky ei vastaa työn asettamia vaatimuksia, seuraa ylikuormittumista. Alikuormittuminen on seurausta työntekijän työn vaatimuksia paremmasta työkyvystä. Molemmat tilanteet voivat olla haitallisia ja voivat johtaa sekä terveyden että työ- ja toimintakyvyn heikkenemiseen (Tuomi ym. 1995).

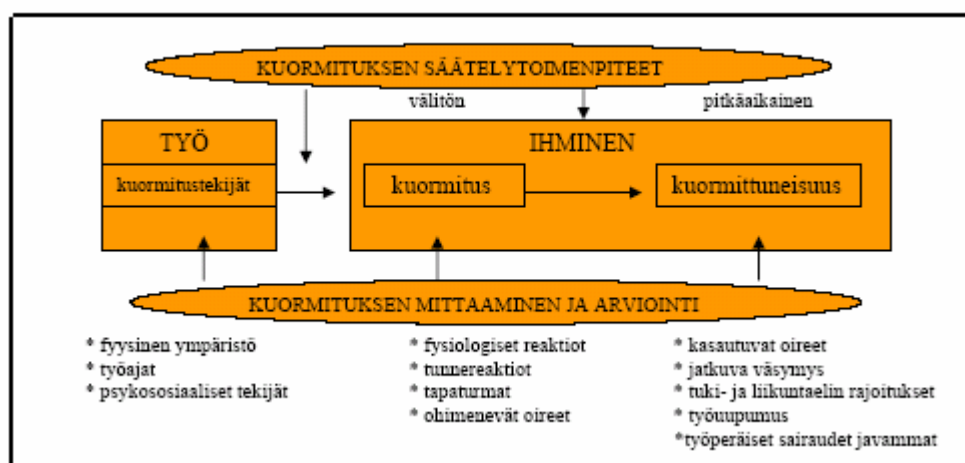
Yksilön ja työn vuorovaikutuksessa syntyy työkuormitus. Työn kuormittavuus jaetaan työn fyysiseen ja psyykkiseen kuormittavuuteen. Työn kuormittavuudessa tarkastellaan työhön ja työympäristöön kuuluvien tekijöiden aiheuttamia haittoja työntekijälle sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. (Lindström ym. 2002.) Kuormitustekijät voivat liittyä itse työhön, työn organisointiin tai työympäristöön, kuten esimerkiksi erilaisiin työympäristön fysikaalisiin ja kemiallisiin altisteisiin, ergonomisiin tekijöihin, työaikaan tai psykososiaalisiin tekijöihin. (Lindström 2003.) Työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat edellä mainittujen lisäksi työntekijän yksilölliset ominaisuudet, kuten terveydentila, fyysinen toimintakyky, sukupuoli ja ikä (Louhevaara & Smolander 1993). Kuormittumisen vaikutus yksilöön riippuu kuormituksen kestosta, vaikutukset voivat olla ohimeneviä oireita tai kuormittumisen pitkittyessä jopa sairastumisia. Työn kuormittavuuteen voidaan vaikuttaa erilaisin säätelytoimenpitein, kuten työkierrolla tai riittävällä työn tauottamisella. Kuormittumisen määrää ja laatua voidaan arvioida ja mitata. Saatujen tulosten perusteella yksilön kuormittumista voidaan tarvittaessa muuttaa työntekijän ominaisuuksia vastaavaksi. (Lindström ym. 2002.)

Ongelmana on usein, että työtehtäviä ei mitoiteta työntekijän terveyden ja toimintakyvyn tai ominaisuuksien perusteella. Tämä vuoksi työn vaatimustason ja työntekijän toimintakyvyn välille voi syntyä ristiriita (Heikkinen 1994.) Aluspalveluksessa tehtävät määrätään tai jaetaan henkilöstölle lähinnä koulutuksen ja kokeneisuuden perusteella. Henkilöstön ollessa pidemmän aikaa samalla aluksella tai saman päällikön alaisuudessa, oppivat esimiehet tuntemaan henkilöstönsä ja heidän resurssinsa suorittua tehtävistään.

Työkuormituksen arviointi ei ole pelkästään työntekijän, eikä hänen lähimmän esimiehensä ongelma. Uudistetut työterveyshuoltolaki (1383 / 2001) ja työturvallisuuslaki (738 / 2002) velvoittavat työnantajia huolehtimaan työntekijöiden työkuormituksen

arvioinnista. Työntekijällä on työterveyshuoltolain mukaan oikeus oman työkuormituksensa selvittämiseen. Työnantajan tehtävänä taas on tarvittaessa työterveyshuollon välityksellä huolehtia, että työssä esiintyvät kuormitustekijät mitataan ja selvitetään asianmukaisin menetelmin. (Työterveyshuoltolaki 2001, Työturvallisuuslakisäädös 2002.)

Työkuormituksen vaikuttaa työntekijään joko lyhytaikaisesti tai vaikutukset ovat pitkäkestoisia (kuva RR). Kuormituksen lyhytaikaisista vaikutuksista työntekijä palautuu, elpymisaikoina, lähes välittömästi. Pitkäaikainen kuormittuminen voi johtaa haitallisiin muutoksiin työntekijässä aiheuttamalla psyykkisiä tai fyysisiä oireita. Tällaisia fyysisiä oireita ovat yleensä kivut sekä häiriöt elimistön eri osissa. Tyypillisimmät lienevät vatsan oireet ja pääkivut jotka ilmentävät autonomisen hermoston ja hormonijärjestelmän toiminnallisia muutoksia stressitilanteissa. (Kinnunen 1993.)



Kuva 8. Yksinkertaistettu työn kuormitusmalli (Lindström ym. 2002)

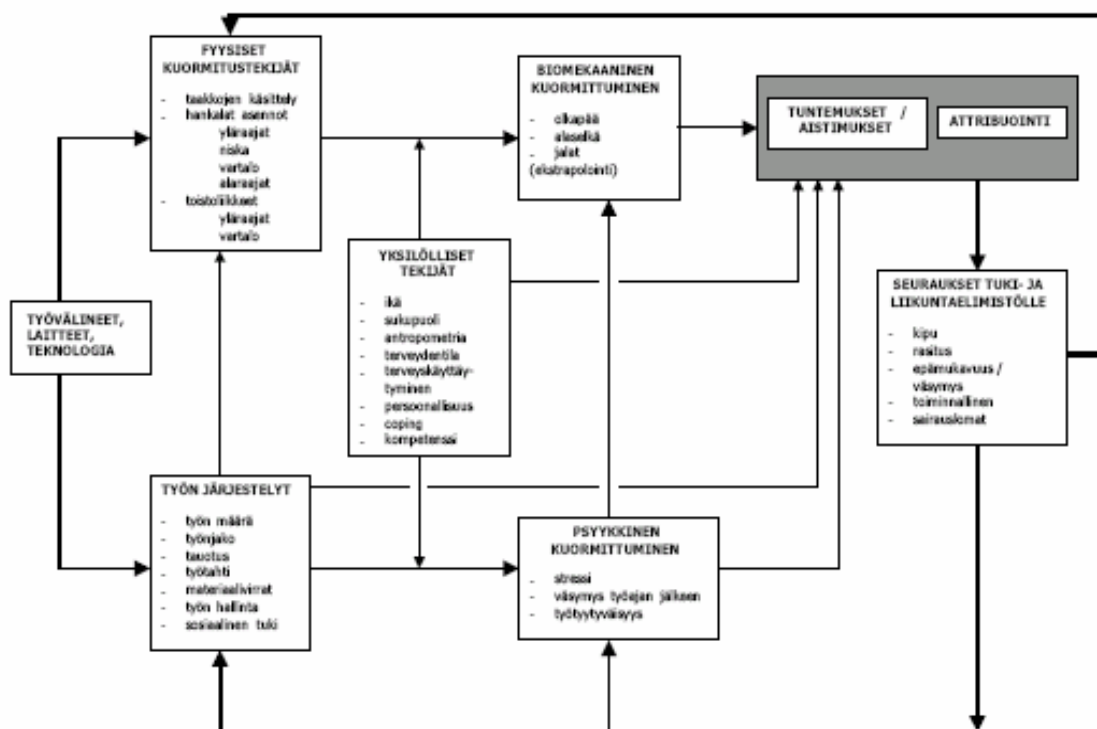
2.2. Työkuormituksen osatekijät

Työn kokonaiskuormittavuus jaetaan: fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen kuormittumiseen. Jako on toisaalta teoreettinen, koska kaikki työhön liittyvät tekijät vaikuttavat kuormittumiseen. Fyysinen työkuormittuminen sisältää muun muassa verenkiertoelimistön kuormittumisen, dynaamisesta lihastyöstä aiheutuvan kuormittumisen sekä staattisesta lihastyöstä aiheutuvan kuormituksen. Psyykkisen kuormittumiseen kuuluvat muun muassa työmäärä, työtahti ja työntekijän mahdollisuudet vaikuttaa itse näihin. Sosiaalisella kuormittavuudella tarkoitetaan työhön ja työyhteisöön liittyvää

vuorovaikutusta ja sen laatua sekä toimintaa tehtävien hoitamisen kannalta. (Lindström ym. 2005, 4–44.)

Työstä kuormittumiselle on tyypillistä, että niiden aiheuttamat haitat ilmenevät vasta pitkällä aikavälillä. Sekä fyysiset, että psyykkisille terveyshaitat ilmenevät usein vain pitkäaikaisen vaikutuksen ja sairastumisen jälkeen. Sosiaalisten kuormitustekijöiden arviointi on vaikeaa ja niiden korjaaminen vaatii syvempää selvittelyä ja suunnitelmallista ongelmanratkaisua.

Kuvassa 9 on Työterveyslaitoksen ergonomiainervention vaikuttavuustutkimuksen teoreettinen viitekehys. Se osoittaa hyvin sitä laaja-alaista kenttää, missä työntekijät toimivat ja mitkä asiat vaikuttavat kuormittumiseen. Tässä Pro gradu -tutkielmassa ei ole tarkoitus kahlata läpi kaikkia vaikuttavia tekijöitä, vaan keskittyä työn fyysisiin kuormitustekijöihin sekä niiden mittaamiseen ja arviointiin käytettyihin menetelmiin.



Kuva 9 Liikuntaelinten kuormittumiseen vaikuttavat tekijät ja niiden yhteys toisiinsa (Työterveyslaitos 2001, soveltaen Sauter & Swanson 1994).

2.3. Työn fyysinen kuormittavuus

Vielä 1990-luvulla noin 500 000 suomalaista altistui erilaiselle fyysiselle kuormitukselle, siis fyysiselle rasittavuudelle työssään (Ylöstalo & Rahikainen 1998). Tällaisia tavallisimpia työn fyysisiä kuormitustekijöitä ovat Lindströmin (2002) mukaan; ruumiillisesti raskas työ, taakkojen nostelu tai käsittely, staattiset tai hankalat asennot sekä toistotyö.

Voimme olettaa, että vaikka siirtyminen teknisempään informaatioyhteiskuntaan on tapahtunut nopeasti, rasittaa työ edelleen tekijäänsä fyysisesti. Ruumiillisesti rasittavan työn osuus on todennäköisesti vähentynyt, mutta eri työsektoreilla staattisen työn kuormittavuus lienee lisääntynyt (Ylöstalo & Rahikainen 1998). Aluspalveluksessa on olettamusten mukaan teknistymisen myötä käynyt samoin. Aiemmat manuaaliset ja käsin tehdyt suoritteet ovat nykyään yhä enemmän tietokoneiden ohjaamia toimintoja, joita valvotaan päätetyöskentelyllä. Päätetyöskentelylle tyypilliset ongelmakohdat ovat: asennon staattisuus, jatkuva vaatimus silmä-käsi-toiminnoista sekä jatkuvat ylävartalon ja sormien liikkeet (Ketola ym. 2002).

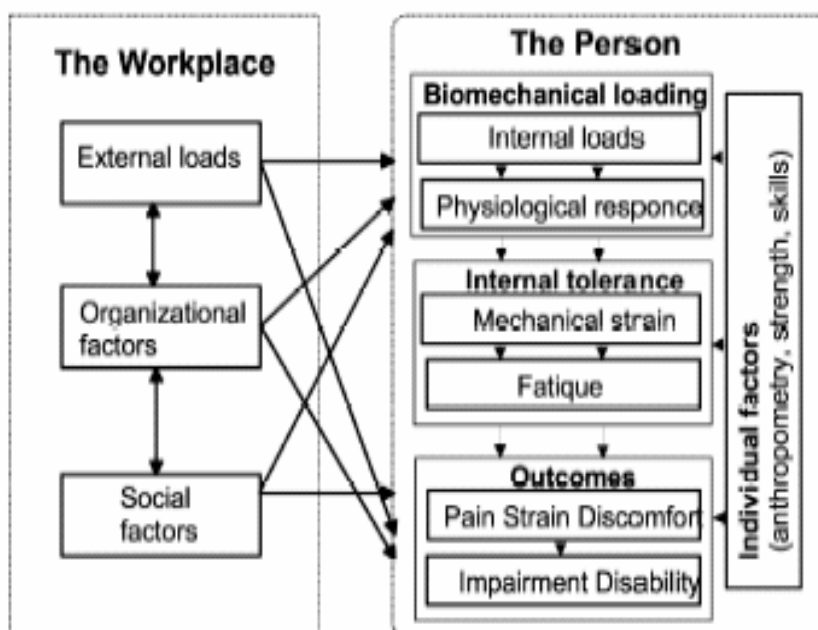
Kevyiden hienomotoriikka tarvittavien suoritusten lisäksi aluksella käsitellään edelleen kumiveneitä, aseita ja muita välineitä. Raaempaa voimaa ja toimeen tarttumista tarvitaan edelleen. Raskaasta dynaamisesta lihastyöstä johtuvan ylikuormittumisen raja-arvoksi on esitetty kahdeksan tunnin työvuorolle enintään 50% maksimaalisesta hapenkulutuksesta, polkupyöraergometri kuormituksessa. Käytännössä suositusten raja-arvot vaihtelevat 30-40 % maksimaalisesta hapenkulutuksesta tavanomaisesti tauotetussa työvuorossa.

Taakkojen käsittelyn suositukset perustuvat biomekaanisiin analyyseihin, mutta muodostuvat monesta tekijästä. Tärkeimpiä ovat taakan paino, sen käsittelytiheys, työjakson pituus, taakan käsiteltävyys ja taakan etäisyys vartalosta sekä työntekijän absoluuttinen lihasvoima ja kehon mittasuhteet. Taakkojen käsittelyssä ylikuormittumista ehkäisevien kriteerien pitää perustua sekä verenkiertoelimistön että liikuntaelinten kuormitusta ja kuormittumista kuvaaviin tekijöihin. (Ylöstalo & Rahikainen 1998).

Staattisessa lihastyössä maksimaalinen työskentelyaika lyhenee kiihtyvästi, kun lihassupistuksessa tuotettava voima kasvaa suhteessa lihasryhmän maksimaaliseen staattiseen voimaan. Esimerkiksi 20 %:n voimantuotolla maksimaalisen kestävyys-

ajan pituus on 5-7 minuuttia. Kun voimantuotto ylittää 50 % maksimista, staattista supistusta voidaan ylläpitää noin yhden minuutin ajan. Maksimaalisella teholla kestävyysajan pituus on vain muutama sekunti. Aikaisemmin oletettiin, että on mahdollista ylläpitää staattista lihassupistusta useita tunteja ilman väsymisoireita, kun teho on alle 15 % maksimaalisesta staattisesta voimasta. Myöhemmin on kuitenkin havaittu, että väsymisoireita ilmaantuu jo staattisissa lihassupistuksissa, joiden teho on alle 5 % maksimista. Lisäksi lihasryhmät eroavat paljon toisistaan fysiologisesti ja lihaskestävyyden suhteen. (sama kts. edellinen)

Työ ja työtehtävät saattavat pahimmillaan tai voimakkaimmillaan aiheuttaa jopa työperäisiä vammoja tai sairauksia. Tutkijat ovat esittäneet useita malleja, jotka kuvaavat työn kuormitustekijöiden ja työstä johtuneiden vammojen tai sairauksien välisiä suhteita (Armstrong et al 1993, Panel on musculoskeletal disorders and workplace 2001, Winkel and Westgaard 1992). Näiden mallien pohjalta kuormitustekijät on jaettu kahteen luokkaan: työpaikasta johtuvat tekijät ja työntekijän henkilökohtaiset ominaisuudet.



Kuva 10 Mukaeltu malli työperäisten tuki- ja liikuntaelinsairauksien osatekijöistä
(Panel on musculoskeletal disorders and workplace 2001)

Työpaikan tai työympäristön osatekijöitä ovat: ulkoinen fyysinen kuorma, työyhteisön sosiaaliset tekijät ja työyhteisön organisaatiosta johtuvat tekijät. Työntekijän henkilökohtaisia ominaisuuksia ovat: kehon rakenne ja antropometria, voima sekä taidot tai

taitavuus. Työympäristön ulkoiset kuormitustekijät vaikuttavat työntekijän raajoihin, vartaloon ja selkärankaan biomekaanisen kuormittumisen kautta saaden aikaan sisäistä kuormittumista kehon kudoksissa ja anatomisissa rakenteissa. Sosiaaliset ja organisatoriset tekijät voivat vaikuttaa ulkoiseen fyysiseen kuormitukseen mutta ne ilmenevät myös henkilön sisäisten kognitiivisten ja havaitsemismekanismien kautta.

Tässä työssä termiä työn kuormitus, käytetään yleisterminä kuvaamaan työpaikan kuormitustekijöitä, jotka ovat riippumattomia työntekijästä. Eli työ kuormittaa jokaista tekijäänsä samalla tavalla tai määrällä. Viiden kilogramman painoinen laatikko on jokaiselle kantajalleen yhtä painava. Eli tarkastelutapa tässä tutkimuksessa on juuri se että työ kuormittaa jokaista sitä tekevää henkilöä esimerkiksi samalla vastuksella tai työkuormalla (wattia). Johtuen sitten työntekijän ominaisuuksista, hän saattaa kuormittua eri tavalla.

Työn fyysisten kuormituksen osatekijöitä ovat kuormituksen taso, sen toistuvuus ja ajallinen kesto. Yleisin arviointiperuste fyysiselle kuormitukselle on kuormituksen taso. Se voidaan ilmaista mekaanisena voimana, joka kohdistuu elimistöön työsuorituksesta tai työasennosta. Mitattavina muuttujina voivat olla esimerkiksi: taakkojen ja välineiden painot, työasennot arvioituina erilaisina kulma-asteina, sydämen syke (esimerkiksi sykemittarilla mitattuna) ja lihasaktiivisuus (elektromyografialla kuvattuna). (Burdorf & van Riel 1996)

Kuormituksen toistuvuudella tarkoitetaan työliikkeiden tai -vaiheiden suoritustiheyttä. Sitä arvioidaan esimerkiksi työvaiheaikojen ja työasennon vaihtamisen avulla. Kuormituksen kestoa arvioidaan esimerkiksi työtehtävän keston ja kokonaistyötuntien määrän mukaan. Yleisimmät tavat selvittää työtehtävien toistuvuus ja kesto ovat havainnointi tai haastattelu. (Winkel & Mathiassen 1994, Burdorf & van Riel 1996.) Työterveyslaitoksella on työaikojen arviointiin useampia menetelmiä, jotka koostuvat: havainnoivasta osiosta, kyselyistä ja tietokoneohjelmistoista arvioimaan työaikojen ergonomiaa ja työntekijän vireyttä (Härmä 2000).

2.4. Kuormituksen havainnointimenetelmät

Työkuormitus- ja riskinarviointimenetelmiä on maailmalla tarjolla lukuisia. Tutkimuksissa ja työpaikoilla käytetään erilaisia menetelmiä. Ongelmaksi tuleekin menetelmi-

en valinta ja niiden antaman tiedon verrattavuus muihin vastaaviin menetelmiin (Lindström ym. 2005, 12). Kuormituksen havainnointimenetelmät voivat olla yleiskartoituksia tai sitten johonkin tiettyyn työn osasektoriin kuuluvia. Menetelmänä voi olla haastattelu, kysely, päiväkirjatekniikka, asenneskaalojen käyttö, standardoitujen testien käyttö, havainnointi; systemaattinen havainnointi = järjestelmällinen menetelmä tai osallistuva havainnointi (Hirsjärvi, S, Remes, P. & Sajavaara, P. 2003, 180-206). Yleiskartoituksissa käytetään yleensä useita menetelmiä rinnan tai samanaikaisesti. Kutakin työn osasektoria havainnoidaan sille ominaisella tavalla. Esimerkiksi haastattelulla selvitetään tehtäväkokonaisuutta ja työasentoja havainnoidaan systemaattisesti videokuvan avulla.

Työpaikan ergonomian selvitys on eräs Työterveyslaitoksen 2000-luvulla käyttöönottama työn kuormitustekijöiden tunnistamismenetelmä. Kyseisessä menetelmässä kuormituksen arviointi tehdään seuraavien tekijöiden perusteella: työtila, fyysinen toiminta, työasennot ja -liikkeet, lisätaakat, tehtäväkokonaisuus ja työn sidonnaisuus, tapaturmavaara, päätöksenteon vaikeus, henkilöyhteydet, työn toistuvuus, tarkkaavaisuus, valaistus, lämpötilaolot ja melu. Selvityksen perusmenetelmä on systemaattinen havainnointi, mutta arviointia tehostetaan huomioimalla työntekijän mielipide haastattelulla. (Lindström ym. 2002, 28-29).

Työn fyysisen rasittavuuden arviointi perustuu selkeästi työn systemaattiseen havainnointiin. Osa menetelmistä vaatii koulutuksen niiden käyttöön, mutta eräissä riittää menetelmän ohjeeseen tutustuminen. Pääsääntöisesti, mitä tarkemmin työtä tutkitaan tai arvioidaan, sen paremmin on havainnoitsijan oltava perehtynyt itse menetelmään ja sen viitekehykseen. Aluspalveluksessa on melko helppoa arvioida työn rasittavuutta yhdessä työpisteessä tai yhdessä työsuorituksessa. Ongelmaksi muodostuukin monien tehtävien laaja-alaisuus ja monipuolisuus. Jo fyysisesti, osa henkilön tehtävistä tapahtuu aluksen sisällä, osa sen ulkopuolella, kannella. Osa tehtävistä on tietokoneiden ruudun ääressä valvontaa ja samanaikaisesti henkilö voi olla oman toimensa ohella aluksen sukeltaja tai savusukeltaja. Työn fyysisen kuormittavuuden selvittämiseen ei riitä pelkkä videokuvaus ja sen analysointi. Voi olla, että kyseisenä kuvausjaksona henkilö tekee vain 30 % työtehtävistään tai hän saattaa suorittaa saman päivän aikana kaikki kolme, hänelle raskainta työsuoritustaan. Havainnointijakson pituus tulisi siksi olla riittävän pitkä, tunteista - jopa 3 - 5 vuorokauteen. Tämä saattaisi mahdollistaa myös ulkopuolisen kuormituksen vaikutuksen selvittämistä (merenkäynti), mikäli olosuhteet olisivat riittävän vaihtelevat. Muulla tutkimusasetel-

malla työntekijä tulisi saada suorittamaan havaintojaksolla keskimääräinen työpäivänsä.

Työperäistä liikuntaelimiin kohdistuvaa kuormitusta arvioivat menetelmät jaetaan: subjektiivisiin kuormitusarvioihin perustuviin menetelmiin, havainnointiin sekä suoriin mittaamenetelmiin. Arviointimenetelmä valitaan ensisijaisesti tutkimuksen tarkoituksen, tutkimusasetelman sekä tulosten tarkkuustason perusteella. Valintaan vaikuttavat myös menetelmän käytettävyyden sekä käytettävissä olevat resurssit (aika, henkilöstö, talous). Menetelmästä riippumatta liikuntaelimiin kohdistuvaa kuormitusta tulisi pystyä arvioimaan riskitekijöiden voimakkuuden, toistuvuuden ja keston suhteen. (Kilbom 1994a, Li & Buckle 1999, Riihimäki 2000a.)

Kuormituksen arvioinnissa työntekijöiden subjektiivisiin arvioihin perustuvat kyselyt, päiväkirjamenetelmät ja haastattelut ovat hyvin käyttökelpoisia. Erityisesti kyselyitä suositetaan paljon. Subjektiiviset arviot soveltuvat hyvin suurten kohdejoukkojen tutkimiseen ja niiden toteuttamiskustannukset ovat suhteellisen alhaiset. Niiden etuna on monipuolisen tutkimustiedon kerääminen. Saadaan helposti tietoa menneestä – verrattuna nykyiseen, tieto voidaan kerätä usealla eri tavalla (kuormituksen kesto, tiheys, voimakkuus) ja lisäksi arvioinnin ajankohta on riippumaton tutkimusajankohdasta. (Panel on musculoskeletal disorders and workplace 2001)

Tutkimuksissa on osoitettu, että subjektiivisten kuormitusarvioiden validiteetti on kohdallinen ja niiden avulla on mahdollista saada karkea käsitys työtehtävien esiintymisestä ja kestosta. Subjektiivisten arvioiden avulla ei kuitenkaan voida selvittää tarkasti eri työasentojen esiintyvyyttä, eikä liikuntaelimiin kohdistuvan kuormituksen määrää. Näiden selvittäminen edellyttää tarkempien menetelmien, kuten havainnoinnin tai suorien mittaamenetelmien käyttöä. (Riihimäki 2000.)

Liikuntaelimiin kohdistuvan kuormituksen arviointi havainnoimalla soveltuu parhaiten erilaisten työtapojen arviointiin, mutta sitä käytetään myös työasentojen arvioinnissa. Havainnointi tapahtuu joko suoraan työtilanteessa tai jälkeinpäin videonauhalla.

Havainnointi jaetaan jatkuvaan (Van der Beek ym. 1992) tai näytteenottoon perustuvaan havainnointiin, toteutuksen mukaan (Karhu ym. 1977). Jatkuvalle havainnoinnille saadaan tarkkaa tietoa asentojen muutoksista, työvaiheista sekä niiden kestosta ja toistuvuudesta. Näytteenottoon perustavalla havainnoinnilla tarkoitetaan tietyn väliajoin tapahtuvaa havainnointia, jonka avulla saadaan arvio kuormitukseen vaikutta-

vista tekijöistä. Havainnoinnin tarkkuus on sitä suurempi, mitä tiheämmin havainnoidaan. (Li & Buckle 1999.)

Parhaiten saadaan tietoa staattisesta kuormituksesta, työasunnoista ja työvaiheiden kestosta havainnoimalla suoraan työpaikalla kyseistä työtä. Luotettavan havainnoinnin edellytyksenä on, että havainnoitavien muuttujien määrä on hallittavissa ja arviointiluokat ovat silmämääräisesti erotettavissa toisistaan. Videopohjaisen havainnoinnin heikkoutena on sen sopimattomuus liikkuvaan työhön, koska optimaalisista kuvakulmista kuvaaminen ei aina ole mahdollista. (Li & Buckle 1999.) Tämä erityisesti ilmenee myös aluspalveluksessa. Työskentelytilat ovat tyypillisesti aluksen sisällä ahtaita, eikä mahdollinen kuvaaja pysty siellä toimimaan tarkoituksenmukaisella tavalla.

Suurin osa työperäisten liikuntaelinten kuormituksen arviointimittareista on kehitetty työasentojen riskitekijöiden arviointiin (Kilbom 1994, Li & Buckle 1999). Yleisimmät arvioinnin kohteet ovat selän ja olkanivelten asennot. Muita havainnoituja riskitekijöitä ovat; taakkojen käsittely, nostaminen-kantaminen, työntäminen-vetäminen manuaalisesti, käden voiman käyttö sekä työliikkeiden toistuvuus. (Kilbom 1994.) Valta osa havainnointimittareista arvioi kuormitusta yksittäisten muuttujien, kuten voiman tai työasentojen suhteen. Kuormituksen kokonaismäärän selvittämiseksi on kehitelty uusia eri liikuntaelimistön osiin kohdistuvia menetelmiä. Näissä riskitekijöistä tehdään indeksityyppinen kokonaisarvio erillisten laskukaavojen avulla. Esimerkkeinä nostotyön arviointiin suunniteltu NIOSH:n nostokaava (Lifting index) (Waters ym. 1993). NIOSH = National Institute of Occupational Safety and Health.

Työasunnoista johtuvan kuormituksen arviointi on tarkinta suorilla mittausmenetelmillä. Mittaukset suoritetaan joko reaaliolosuhteissa työpaikalla tai simuloiden laboratorioolosuhteissa. Yleisesti käytettyjä menetelmiä ovat lihasten sähköisen toiminnan (EMG) ja kehon osien kulmamuuutosten (esimerkiksi goniometri) tutkiminen sekä työasentojen biomekaaninen mallintaminen. Suorat mittausmenetelmät ovat luotettavin tapa selvittää työasentojen ja käytetyn voiman aiheuttamaa kuormitusta. Menetelmien luotettavuutta saattavat heikentää olosuhteiden kontrolloimattomuus, kuten ulkopuoliset häiriötekijät, laitteiden epätarkka asettelu ja mittausvirheet. Suorat mittausmenetelmät eivät aina sovellu todellisessa työtilanteessa esiintyvän kuormituksen arviointiin. Kyseisillä mittausmenetelmillä kootun aineiston analysointi on aikaa vievää. Lisäksi mittalaitteet sekä -ohjelmat ovat kalliita. (Kilbom 1994a, Li & Buckle 1999.)

2.5. Työn kuormittuneisuuden kokeminen

Työn kuormitustekijät aiheuttavat suorittajassa välitöntä kuormittumista. Valtaosa voidaan mitata muun muassa fysiologisina reaktioina tai tunnereaktioina. Muutamat kuormitustekijät vaikuttavat kuitenkin pitkäaikaisesti, kasautuvasti. Tällöin yhden suorituksen seuraaminen tai mittaaminen ei anna todellista kuvaa suorituksen tai työn kuormittavuudesta. (Lindström ym. 2002)

Kuormittavuus ei riipu pelkästään suoritettavasta tehtävästä, vaan kuormittuvasta henkilöstä ja hänen henkilökohtaisista ominaisuuksista ja resursseista. Resursseihin vaikuttavat hänen oma elinympäristönsä ja sen kuormittavuus kyseisenä hetkenä. Samoin työntekijän elämässä voi olla muita tekijöitä, jotka vaikuttavat hänen päivittäiseen suorituskyykyynsä ja sitä kautta myös kuormittuneisuuden kokemiseen. (Lindström ym. 2005).

Henkilöt eivät koe tehtävän kuormittavuutta samana - vaikka tehtävä vakioidaan samanlaiseksi suoritukseksi. Yksilöllisten kapasiteettierojen lisäksi kuormittuneisuuteen vaikuttavat; henkilön motivaatio, tunnetila ja tapa suorittaa tehtävä (de Waard 1996).

Työssä kuormittumiseen vaikuttaa myös henkilön ammattitaito ja järkevät työskentelevät (Lindholm 2003). Osa tästä tulee kokemuksen myötä, joten vanhempien työntekijöiden neuvonta ja esimerkki ovat ratkaisevassa roolissa nykypäivänäkin. Aluspalveluksessa kokeneiden henkilöiden esimerkit, niin konehuoneessa kuin komentosillalla, auttavat varmasti nuorempia työssä oppijoita. Käytännön mittaustilannetta suunniteltaessa voi huomioida eri kokemuksen omaavat henkilöt ja arvioida työkokemuksen tuomia eroja esimerkiksi fyysisen ja psyykkisen kuormittumisen kokemisessa.

Työn kuormittavuuden kokeminen on yksilöllistä, perustuen henkilöiden kokemuksiin fyysisestä rasittavuudesta. Esimerkiksi mikäli koehenkilö ei ole koskaan joutunut kokeilemaan todellisia fyysisiä rajojaan joko työssään tai vapaa-aikanaan, hän tulee arvioimaan työn kuormittavuuden vain aiemmin kokemaansa maksimirasitukseen saakka. Tämä ei kuitenkaan ole hänen suorituskyykynsä maksimi.

Mitattaessa kuormittumista tai työn kuormittavuutta käytetään siinä pääsääntöisesti fysiologisia muuttujia, kuten sykettä tai sykevälivaihtelua. Arvioitaessa kokonaiskuormittumista on hyvä ottaa huomioon myös subjektiiviset elämykset. Erityisesti kuntoutuksessa on havaittu, että potilaan omat tuntemukset ovat hyödyllisiä kuormituksen arvioinnissa ja säätelyssä (Kyröläinen, Pajala, Pullinen, Helimäki & Perttunen, 2004, 8). Kuormituksen säätelyssä oman kuormituksen kokemisen arviointi on tärkeää paitsi kuntoutuksessa, mutta myös muissa suorituskyykyä alentavissa tilanteissa. Tällaisia voivat olla: sairauden jälkitilat tai alkava sairaus, epäsäännöllinen valvominen, elimistön kuivuminen ja mahdollinen lääkitys.

Fysiologisen kuormittumisen subjektiivisena mittarina on yleisesti käytössä Rating of Perceived Exertion eli RPE-asteikko (Borg 1970, Borg 1982; Noble & Robertson 1996). Borg (1970) havaitsi tutkimuksissaan, että fyysisen kuormituksen kokeminen on eksponentiaalisessa suhteessa itse kuormitukseen. Hän laati kuormituksen kokemiselle 15-portaisen asteikon (6-20) ja sen arvoja vastaavat sanalliset kuvaukset, alkaen; erittäin kevyestä, päättyen; erittäin rasittavaan. Lukuarvot 6 - 20 vastaavat työntekijän lepopulssia 60 l/min aina äärimmäiseen rasitukseen, maksimisykkeeseen 200 l/min (Borg 1986). Nämä sykkeet pätevät nuorille aikuisille, koska ikä laskee maksimisykkeitä ja silloin iäkkäämmillä henkilöillä vertaavuus maksimisykkeeseen ei ole sama.

Borgin asteikkoa on käytetty jo pitkään ja sitä pidetään varsin luotettavana arvioitaessa kuormittuneisuutta. Sen arvot korreloivat hyvin sykkeeseen, hengityksen muuttujiin, veren maitohappopitoisuuksiin sekä todelliseen tai mitattuun kuormitustasoon. (Kyröläinen, Pajala, Pullinen, Helimäki & Perttunen, 2004).

RPE-asteikon käyttö on helppoa, kun tutkittavat ovat oppineet arvioimaan omaa kuormittuneisuuttaan. Optimaalisin tilanne olisi harjaannuttaa tutkittava RPE-asteikon käyttöön valvotuissa oloissa, tarkasti säädettävällä työllä. Mikäli tämä ei ole mahdollista, luokituksen käyttö on selvitettävä tutkittavalle hyvin ennen testin suorittamista. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ihmiset pystyvät harjaantumisen jälkeen tuottamaan halutun rasittavuuden tai syketason suhteellisen tarkasti, omien tuntemustensa perusteella. (Kyröläinen, Pajala, Pullinen, Helimäki & Perttunen, 2004, 10).

Myöhemmin Borg (1998) on muokannut aiempaa 15-portaista asteikkoa kymmenportaiseksi (0 - 10). Sanalliset kuvaukset ovat lähes samat kuin aiemmassa por-

taikossa, mutta asteikon alkupäähän hän on luonut tarkempia arvoja, kuten: 0,3; 0,5 erittäin kevyt; 0,7; ja 1,0 hyvin kevyt (Kallinen 2004, 39). Aiempi portaikko ei soveltunut yksilöiden väliseen vertailuun. Samalla se kenties ohjasi käyttäjiä aliarvioimaan kuormituksen kokemista kevyillä kuormilla. Uuden skaalan jako ”kymmenykseen” korostanee enemmän kuormituksen kokemisen eksponentiaalisesta luonnetta ja se soveltuu paremmin myös yksilöiden välisten kuormituskokemusten vertailuun (Kyröläinen, Pajala, Pullinen, Helimäki & Perttunen, 2004).

Alkuperäinen asteikko		Uusi asteikko	
20	en jaksa enää		Maksimaalinen
19	erittäin rasittava	10	Hyvin, hyvin raskas
18		9	
17	hyvin rasittava	8	
16		7	Hyvin raskas
15	rasittava	6	
14		5	Raskas
13	hieman rasittava	4	Jokseenkin raskas
12		3	Kohtalainen
11	kevyt	2	Kevyt
10		1	Hyvin kevyt
9	hyvin kevyt	0,5	Hyvin, hyvin kevyt
8		0	
7	erittäin kevyt		
6			

Kuva 11. Borgin RPE – asteikot (Borg 1982 ja Borg 1998)

2.6. MET – yhteinen mitta-asteikko

Fyysisen aktiivisuuden kuormittavuutta voidaan kuvata MET-kerrannaisen avulla (Wilson ym. 1986, Ainsworth ym. 1994, Kesäniemi ym. 2001). MET (Metabolic equivalent, ACSM 2005), eli lepoaineenvaihdunnan kerrannainen (Sovijärvi ym. 2003) on terminä yleisesti hyväksytty ja laajassa käytössä. Sitä käytetään työhön, fyysiseen aktiivisuuteen ja kuntoon liittyvissä tutkimuksissa ja arvioinneissa. MET-arvo kuvaa itse asiassa työtehtävien aiheuttamaa energiankulutusta. MET-arvo kertoo, kuinka moninkertaista on suorituksen aikainen aineenvaihdunta, lepotilaan verrattuna.

Levossa ihminen kuluttaa energiaa noin 1 kcal painokiloaan kohden tunnissa, joten 70 kilogramman painoinen henkilö kuluttaa tunnin aikana levätessään noin 70 kcal. Sama energian kulutus voidaan muuttaa myös hapenkulutukseksi ja tällöin normaalipainoisella henkilöllä yksi MET vastaa hapenkulutustasoa 3,5 ml/min/kg (Lindholm & Ilmarinen, 2004). Kyseinen energian- tai kulutustaso on myös tutkimuskäytössä hyvä, koska se on; iästä, sukupuolesta ja kehon mittasuhteista sekä koostumuksesta riippumaton (Gagge 1941 Byrne 2005).

Siten esimerkiksi 3 MET tarkoittaa liikuntaa, jonka aikana energiaa kuluu kolminkertaisesti lepotilan energiankulutukseen verrattuna (Fogelholm 2005). Liikunnan kuormittavuus on kevyessä fyysisessä aktiivisuudessa 2,5-3 MET, kohtalaisessa kuormituksessa 4-6 MET ja huippu-urheilijan harjoittelussa jopa 13-20 MET (Fogelholm 2005).

MET-arvioiden tekeminen on vaativaa ja edellyttää tarkkoja mittalaitteita (esim kannettavaa hapenkulutuksen analysointilaitetta). Toisaalta MET-arvio voidaan tehdä käyttämällä hyväksi syketaajuustietoa ja vertaamalla havainnoitua työtä muiden tutkimusten raporttien taulukoihin vastaavasta työstä (Lindholm Harri, 2003). Tällöin tulokset ovat kuitenkin vain arvioita, eikä energian kulutuksen arviointiin välttämättä saada riittävää luotettavuutta.

Suorituskyky testin, esimerkiksi epäsuoran polkupyöräergometritestin, maksimaalinen tulos voidaan suhteuttaa työn vaatimuksiin. Tällöin saadaan ainakin viitteellinen tieto hengitys- ja verenkiertoelimistön reserveistä kyseisen työn suhteen. Dynaamisissa työtehtävissä on todettu lisääntynyt uupumisvaara kun päivittäinen keskikuormitus ylittää 30-40 % henkilön maksimihapenottokyvystä. Uupumisvaara on todennäköinen, mikäli keskikuormitus ylittää 50 % henkilön suorituskykykapasiteetista (Lindholm & Ilmarinen, 2004).

Sähköasentajien työmenetelmien kehittämisprojektissa hapenkulutustestin suorittaneiden asentajien maksimaalinen hapenkulutuksensa oli keskimäärin 13 MET-yksikköä, eli noin 45,5 ml/min/kg. Heidän päivittäisessä työssään raskaimmat vaiheet olivat moottorikelkalla siirtyminen ja pylvästyöskentely. Näissä molemmissa kuormittavuus oli työpäivän aikana 6 MET-yksikköä, joten periaatteessa heillä jäi riittävästi toimintareserviä. Tosin asentajilla, joiden suorituskyvyn maksimi jäi 10 MET-

yksikköön, ei jäänut riittävästi toimintakykyreserviä. (Lankinen, T., Mattila, S., Grönqvist, R., Leskinen, T., Ikonen, K., Suvensalmi, J. & Lindholm, H. 2005).

Aluspalveluksessa olevien työtehtävien hapenkulutus tulee selvittää luotettavalla tavalla. Muissa ammateissa, esimerkiksi maalla voidaan tehdä vastaavia työsuoritteita. Valvomotyöskentelyssä on hapenkulutus arvoitu MET-arvoksi 2,5 - 3, jakelutyö kuorma-autolla rasittaa 4 - 4,5 MET:n tasolla ja toimistotyössä MET on 2 - 2,5 (Lindholm & Ilmarinen, 2004). Mikäli kuormitus valvomotyössä olisi merivoimien aluksella, esimerkiksi tutkasta vastaavalla henkilöllä suurempi, voisi sen olettaa johtuvan ympäristötekijöistä. Tällaisia voisivat olla: merenkäynti, työaikojen järjestelyt, työolot eli ahtaus laivalla, josta seuraa kenties enemmän staattisia työasentoja päivän aikana. Toisaalta erojen syyt voivat olla psyykkisellä sektorilla, mutta asiaa ei ole vielä tutkittu.

Suomessa turvallisuusosalta on selvitetty palomiesten ja poliisien työn vaatimuksia. Lusa on selvittänyt (1994) palomiesten työn vaatimuksia ja Louhevaara ja Smolander (1988) ovat selvittäneet suomalaisen poliisityön kuormitustekijöitä työnkuvauksella ja kyselyllä. Esimerkiksi poliisin keskimääräisen työvuoron aikana fyysinen kuormitus oli melko matalaa ja se jakautui tasaisesti dynaamiseen ja staattiseen lihastyöhön. Maksimaaliseen fyysiseen ponnisteluun työtilanteessa ilmoitti joutuneensa noin 70 prosenttia vastaajista. Fyysisinä työskentelytapoina korostuivat kantaminen, nostaminen, puristaminen, kiinnipitäminen, painiminen, työntäminen, vetäminen, juokseminen ja kävely. Poliisityön kuormitushuiput vaativat moitteetonta yleistä terveydentilaa ja hyvää fyysistä ja psyykkistä toimintakykyä. (Louhevaara & Smolander 1988.). Vastaavilla menetelmillä ja tarkkuudella on vasta 1990-luvun lopulla päästy puolustusvoimissa suorittamaan työn, ja suorituskykyvaatimusten selvittämistä. Erilaisia tehtäviä ja toimintaympäristöjä on puolustusvoimissa niin paljon, että kyseinen tutkimus- ja selvitystie on vasta alullaan.

3. PALVELUS JA TYÖSKENTELY SOTA-ALUKSELLA

Puolustusvoimien toimintaa ohjaa ylimmällä päätöksenteon tasalla presidentti ylipäällikkönä ja puolustusministeriö omana hallinnon alanaan. Yleinen poliittinen päätöksenteko vaikuttaa myös puolustusvoimien toimintaan. Viimeaikaisista poliittisista päätöksistä vaikuttavin on ollut valtioneuvoston, vuoden 2004, turvallisuus- ja puolustuspoliittisen selonteko (VNS 2004). Selonteossa on arvioitu Suomen toimintaympäristöä ja luotu perustaa toimintalinjan määrittelylle. Niiden pohjalta selonteossa osoitetaan ne kehittämis- ja voimavaratarpeet, jotka kohdistuvat toimintakyvyn eri ulottuvuuksiin; ulkoiseen toimintakykyyn, sisäiseen maanpuolustukseen ja kriisinhallintakykyyn. Selonteosta ilmenee myös millaiset toimintatavat ovat suomalaiselle sotilaalle ja taistelijalla yhteiskunnallisesti hyväksyttäviä. Merivoimien osalta selonteon sanoma on seuraava: toiminnassa keskitytään meriliikenteen suojaamiseen ja miinantorjuntakyvyn kehittämiseen. Muussa kehittämisessä rannikkojoukkojen liikkuvuuden lisätään ja kiinteästä rannikkotykistöstä luovutaan asteittain. Nämä linjaukset vaikuttavat käytännön toimintaan nopeasti. Henkilöstöä pyritään käyttämään yhä tehokkaammin ja työn kokonaiskuormitus lisääntynee.

Merenkulkuala on kansallisesti ja kansainvälisestikin kuohunnan keskellä. Suomalaisia aluksia ja varustamoja on myyty ulkomaisille yrityksille. Suomessa tosin noudatetaan hyvin kansainvälisiä säädöksiä ja asetuksia, myös meriliikenteen palvelussuhdeehdoissa. Ongelmana onkin henkilöstön ja kenties nimenomaan merenkulkuhenkilöstön kuormittuminen aluksilla (Gyllenberg 2004). Kansainvälinen työjärjestö ILO hallinnoi kansainvälisiä työelämän sopimuksia ja heillä on meneillään meriliikenteen säädösten muutosprosessi. Tällaiset muutokset ovat tosin pitkäaikaisia. Edeltävät merenkulkijoita koskevat yleissopimukset ovat vuodelta 1996, merenkulkijoiden työaika ja alusten miehitys sekä merenkulkijoiden työ- ja elinolosuhteiden tarkastukset (Melkas 2000). Taloudelliset velvoitteet ohjaavat varustamoja tinkimään menoistaan ja uhkana on tällöin henkilöstön vähentäminen. Äärimmäisin esimerkki lienee käytössä USA:n merivoimilla: lähtökohtana on 0 (nolla!) merimiestä. Henkilö otetaan miehitykseen, jos ihminen on tehokkain ratkaisu suoritettavassa toiminnossa (Bost ym. 1998). Samoin komentosillan henkilöstön osalta on kuvaavaa ”Sperry bridge 2100 –konsepti”, jossa nykykäsityksen mukainen 14 hengen ohjaamoryhmä supistetaan kolmeen henkeen (Faughn ym. 1997).

Aluspalvelus saa siis paineita uudistua sekä ulkoapäin, että puolustusvoimien sisältä. Yhtälailla merivoimat itsekin haluavat kehittää toimintaansa, mutta ulkopäin tulevat paineet ja vaatimukset varmasti tehostavat merivoimien omia pyrkimyksiä kehittää toimintaansa.

Merivoimien taistelualusten henkilöstön toimintakykyvaatimuksista ei ole tehty kattavaa analyysiä (Heinonen 2005). Merilaissa sekä puolustusvoimien omissa määräyksissä on määritetty henkilöstön osaamis- ja kokemusvaatimukset, lakien ja asetusten mukaisesti. Siirryttäessä tehtäväkohtaiseen palkkausjärjestelmään, merivoimissa laadittiin tehtävänkuvaukset kaikista taistelualustehtävistä. Kuvauksissa kerrotaan kunkin tehtävän vaatima koulutus ja kokemus, mutta henkilöstön toimintakykyvaatimuksia ei mainita.

Kaikilla taistelualuksilla on käytössä alusluokan taisteluohje. Tässä ohjeessa määritetään kullekin henkilölle päätehtävä sekä muut tehtävät aluksen eri valmiustiloihin liittyen. Laveasti tulkiten, osa pitää taisteluohjetta henkilöstön suorituskykyvaatimuksena. Näin se ei kuitenkaan mielestäni ole, koska taisteluohje käsittelee enemmän taisteluteknisiä asioita, kuin tehtävää suorittavan henkilön ominaisuuksia ja taitoja. Taisteluohjeilla ymmärretään alusten taisteluohjeita, jotka on laadittu kutakin alusluokkaa varten erikseen. Taisteluohjetta ei ole käsitteenä määritelty Puolustusvoimien määritelmärekisterissä. Merisulutusopas määrittelee sen näin: ”Aluksen taisteluohje on kuvaus aluksen toiminnasta ja henkilöstön käytöstä (tehtävistä) aluksen erilaisissa tehtävissä” (Merisulutusopas 1995).

3.1. Merivoimien laivastojoukot

Meripuolustukselta edellytetään korkeaa valmiusastetta jo normaalitilanteessa. Merivoimat toteuttavat omia valmiudellisia tehtäviään, kuten alueellisen koskemattomuuden turvaamista ja merivalvonnan suorittamista, koko ajan. Tästä johtuen sodan ajan ja rauhan ajan merivoimien joukko-osastojen tehtävät ja toiminta-alueet ovat hyvin yhtenevät. Samalla joukko harjoittelee ja toimii koko ajan omalla operatiivisella alueella, joten toiminta-alueen tuntemus on joukoilla ja henkilöstöllä hyvä.

Merivoimien valmiusyhtymä on nimeltään meripuolustusalue. Sillä on oma vastuualueensa sekä operatiivisen tilanteen vaatimat joukot. Sodan ajan meripuolustusalu-

een kokoonpano on vaihteleva ja se muodostetaan tilanteen mukaisesti. Meripuolustusalueet muodostuvat meripuolustusalueen johdosta, rannikkojoukoista, lippueista (laivastojoukot), huoltoyksiköistä sekä erillisyyksiköistä (Harjoitusvahvuudet A1 2002).

Kriisin- tai sodan uhan aikana perustetaan yhtymätason laivastojoukkoja, joiden nimeke on lippue. Samoin kuin meripuolustusalue, myös lippue on joustavasti perustettava kokoonpanoltaan liukuva joukko. Se koostuu lippueen johdosta ja taistelualusyksiköistä. Lippue vastaa yleensä tehtävänantonsa perusteella tarvittaessa kaikesta laivastotoiminnasta alueellaan, sekä täydentää ylemmän johtoportaan meritilannekuvaa. Lippueet muodostetaan rauhanajan laivueiden pohjalta. Tyypillisesti lippueen alukset toimivat hajautetusti. (Lippueen johtamistoimintaohje).

Toiminta merialueella hajautetusti edellyttää aluksilta ja henkilöstöltä hyvää taistelunkestokykyä. Tämä tarkoittaa aluksen osalta hyvää teknistä omaa suojaa, riittävää materiaalista kapasiteettia ja hyvää johtamisjärjestelmää, jotta yhteys muihin joukkoihin ja huoltopisteisiin säilyy reaaliaikaisena. Henkilöstön osalta edellytetään myös vastaavia asioita. Toimintakyky tulee säilyttää pitkiäkin aikoja, toimintakyvyn reserviä pitää olla yllättäviä ja vaativia tilanteita varten ja yleensä, toiminnan kuormitusta pitää kestää. Tällaista eristetyissä olosuhteissa tapahtuvaa toimintakyvyn tarkastelua ei ole tehty. Kuormitus voi operatiivisesti vaativissa oloissa olla moninkertaista rauhan ajan alueellisen koskemattomuuden turvaamiseen verrattuna, jolloin aluksemme lähinnä näyttäytyvät muille merenkulkijoille kansainvälisillä vesillä.

Laivue on samoin sekä rauhan, että sodan ajan joukko kuten meripuolustusalueetkin. Laivueet koostuvat erilaisista ohjusveneistä. Ohjusveneiden toiminta-aika, ilman täydennyksiä, vaihtelee kolmesta vuorokaudesta – yhteen viikkoon. Ohjusveneiden miehistöön kuuluu noin 30 henkeä ja ohjusveneiden pääasiallinen tehtävä on toimia pinta-torjunta-aluksena. Ohjusveneet ovat 45 - 48 metriä pitkiä ja hieman alle kymmenen metriä leveitä. (Merisotilaan käsikirja 2004).

Taistelualuksiksi Suomessa luokitellaan ohjusveneet, heräteraivaajat, miinalautat ja miinalaivat. Miinalaivat ovat merivoimien suurimpia aluksia ja niitä käytetään lähinnä miinoittamiseen sekä toiminaan erilaisten alusosastojen johtoaluksina. Miinalaivat ovat 77 - 78 metriä pitkiä ja 11,5 metriä leveitä aluksia. Henkilöstöä on Hämeenmaa-luokan aluksella noin 45 ja Pohjanmaa-luokan aluksella noin 80. Hämeenmaa-luokan

alukset pystyvät toimimaan itsenäisesti viidestä – seitsemään vuorokauteen ja mitalaiva Pohjanmaa 10 - 12 vuorokautta. (Merisotilaan käsikirja 2004).

Viirikö on merivoimien perusyksikkö. Ne voivat olla toiminnaltaan operatiivisia tai tukkevia yksiköitä. Niihin kuuluu muutamia aluksia, jotka toimivat lähellä rannikkoa tai saaristossa. Alukset voivat toimia joko yksin tai kootusti, riippuen tehtävästä. Alusten koko vaihtelee pituudelta 10 – 30 metrin väliltä ja neljästä metristä – kahdeksaan metriin leveydeltä. Henkilöstöä aluksilla on kolmesta – aina viiteentoista saakka. (Harjoitusvahvuudet A1 2002).

Merivoimien alukset ovat kansainvälisesti ajatellen melko pieniä. Samoin tietysti rannikkomme olosuhteemme ovat kansainvälisesti lähes ainutlaatuisia. Näistä peruslähdekohdista johtuen, on melko vaikeaa löytää yhteneviä laivastojoukkoja tai yhteneviä toimintatapoja muista maista. Itämeren muilla valtioilla on samantyyppinen toimintaympäristö, mutta valtaosalta heistä puuttuu vastaava rannikon tai saariston antama suoja. Olemme Suomessa siis oman tien kulkijoita – merivoimien kaluston, resurssien ja toimintatapojen suhteen. Ihminen aluksella on kuitenkin samanlainen. Samat lainalaisuudet ihmisen kehon toiminnassa pätevät, riippumatta siitä millä merellä purjehditaan. Erot voivat syntyä toimintatavoista ja erilaisista toimintakulttuureista eri maiden laivastojen välillä. Tutkimuksen kannalta, pelkkä aluksella eläminen, toimiminen ja sen kuormittavuuden tietäminen ei vielä riitä. Jotta tulokset olisivat täysin vertailukelpoisia, on tiedettävä myös ne työt ja kuormitustasot joiden kohteena tutkittavat olleet. Kuormituseroja voivat aiheuttaa juuri erot toimintatavoissa, työn rytmityksessä ja vaikkapa johtamiskulttuurissa.

Tässä tutkimuksessa työntekijän kuormittumisen lähtökohtana ovat kansalliset toimintatavat ja suomalainen tapa operoida merialueellamme. Merivoimat suorittavat operatiivista työtänsä joka hetki, eikä se työ lakkaa kriisin uhan aikanakaan. Todennäköisesti kuormittavuus lisääntyy. Samalla voimme jo rauhan aikana selvittää erilaisen operatiivisen työn kuormittavuus työntekijöihin, jotta pystymme kouluttamaan tai valitsemaan riittävän toiminta- ja suorituskyvyn omaavat taistelijat merivoimien kannalta ratkaiseviin tehtäviin kriisioloja varten.

3.1.1. Merivoimien tehtävät

Valtioneuvoston selonteon (VNS 2004) yhteydessä merivoimien tehtäviä tarkistettiin nykyisen uhkakuvakäsityksen mukaisiksi. Uhkakuvan muutos ilmenee myös muuttuneina vaatimuksina suorituskyvylle tai sen painotuksille. Tästä on esimerkkinä laivue 2000:n muutos tai kokoonpanon tarkistaminen (Merivoimien tiedote 2003).

Merivoimien tehtävät ovat tällä hetkellä seuraavat: 1) suojata Suomen meriyhteyksiä sekä torjua mereltä suuntautuvat hyökkäykset yhdessä muiden puolustushaarojen kanssa 2) kyetä muodostaa meritilannekuva 3) kyetä alueellisen koskemattomuuden valvontaan sekä alueloukkausten torjumiseen. Käytännön toimijoina ovat Meripuolustusalueet, jotka vastaavat alueensa meripuolustuksen suunnittelusta ja johtamisesta. Niiden alaiset johtoportaot, alusyksiköt ja muut operatiiviset joukot koulutetaan ja varustetaan toimimaan ulkomerellä ja saaristossa. (VNS 2004)

Merivoimien päätehtävä keskittyy yhä voimakkaammin meriliikenteen suojaamiseen. Se vaikuttaa myös taistelualusten taktisiin ja operatiivisiin käyttöperiaatteisiin. Nykyaikainen taistelualus on väline joka muodostuu monista eri osajärjestelmistä, joista kukin osa-alue vaatii käyttäjänsä, ihmisen. Pelkästään taloudellisten resurssien kohdentaminen tekniseen välineeseen ei yksistään takaa menestystä operatiivisessa tehtävässä. Välineen käyttäjien henkilökohtaiset ominaisuudet, koulutus, harjoittelu ja kokemus muodostavat keskeisen osan menestyksestä. (Heinonen 2005)

3.1.2. Suomalainen merenkulkukulttuuri

Suomalainen merisotataktiikka on aina perustunut kahden komponentin, alusten ja kiinteän rannikopuolustuksen käytölle. Saaristomme ja rannikkomme ovat vaatineet keveitä ja hyvän liikehtimiskyvyn omaavia aluksia. Tämä seikka todettiin jo aikanaan Ruotsin vallan aikana, jolloin perustettiin esimerkiksi Suomen saaristolaivasto (Visuri P. 1998). Rannikkomme olosuhteet ja maantieteelliset vaikutukset merisotataktiikkaamme ovat pysyneet muuttumattomina näihin päiviin saakka.

Merisodan kuva Pohjois-Itämeren oloissa on tuonut taistelualusten käyttöalueen selvästi lähemmäksi rannikkoa kuin aiemmin. Käsite "rannikonläheinen" (littoral warfare) liittyy erottamattomana osana NATO:n laivaston käyttöperiaatteisiin. He ovat havainneet kriisien esiintyvän pääsääntöisesti rannan läheisyydessä (Stockfisch. 1997). Täl-

löin korostuvat taistelutilan hallinnan vaatimukset: lyhyistä reaktioajoista, maakluterista ja alemman asteisiin kriiseihin liittyvästä rannikkoliikenteestä. USA:n laivaston suunnittelee jatkossa tukevansa maahyökkäyksiä noin kolmasosalla aluksistaan vuonna 2015 (Defence News. 1999). Suomen rannikon pikkupiirteisyys ja karikkaisuus tekevät siitä erityisen haastavan toimintaympäristön – myös viholliselle. Rannikon ominaispiirteet sekä puolustusteollisuutemme omavaraisuusvaatimusten vuoksi Merivoimat on kehittänyt oman tapansa hoitaa merenkulku. Merenmittauksen tehostuminen sekä merenkulun teknisten apuvälineiden voimakas kehitys ovat tukeneet merenkulun menetelmien edistymistä.

Toiminta-alue ja olosuhteet siellä vaikuttavat merivoimien käyttöön kahdella tavalla. Ensinnäkin merialuetta ei voida "miehittää". Merialueella voidaan joko toimia, tai toimintavapautemme siellä on riistetty. Päämäärän saavuttamiseksi voi riittää, että oma toiminnan vapaus hankitaan takaisin määrääjäksi ja määräalueelta. Merivoimien ja rannikkotyökistön yhdistyminen, vuonna 1998, toi meripuolustuksen toimintaan vanhoja periaatteita takaisin. Näitä ovat: joukkojen keskittäminen, reservin käyttö sekä sen suuntaaminen. Toisena seikkana toimintaolosuhteet vaikuttavat siihen, kuinka tietoisia olemme alueestamme. Nykyisen uhkamallin mukaisesti tiedämme jo ennakolta rauhan aikana, missä mahdollisia taisteluja tultaisiin käymään, joten operaatioalueemme on täten jatkuvasti hallussamme. (Saarinen 1999).

Meriliikenteen suojaus on haastava operaatio meripuolustuksellemme. Ensisijainen toimenpide on suojata meriliikennettä valvonnalla sekä antamalla ohjeita merenkulkuviranomaisille liikenteen suuntaamisesta ja rajoittamisesta. Saaristomme syvyys ja väylästömme siellä mahdollistavat alusten liikkumisen saariston suojassa. Näin voidaan välttää avomerellä tapahtuvat vihamielisyyden osoitukset kauppa-aluksiimme. Väylästömme runsaus asettaa kuitenkin suuria vaatimuksia niiden valvonnalle, erikoisjoukkojen ja miinanpudotusten havaitsemiseksi.

Ratkaiseva osuus suomalaista meripuolustusta ovat merimiinat. Ilman niitä emme pysty suojaamaan väylästöjämme. Merimiinojen käyttö on 80% strategis-operatiivista ja 20% taktista toimintaa. Miinoituksen aloittaminen on valtakunnan tasolla tehtävä vaikea päätös, koska se heijastuu välittömästi kauppamerenkulkuun ja ulkomaankauppaamme. Toisaalta, se on myös vahva signaali mahdolliselle hyökkääjälle halustamme vastata omasta alueestamme sekä pysyttäytyä kriisin ulkopuolella. (Saarinen 1999)

Omalla toiminta-alueellamme, Suomen rannikon läheisyydessä toimiessamme, uusin uhkakuvamalli tuskin paljoakaan muuttaa yksittäisten merisotilaiden kuormittumista tai suorituskykyvaateita. Toinen ratkaisevampi muutos ja haaste on osallistuminen kansainvälisiin kriisinhallintaoperaatioihin. Kuten tiedämme, Suomi on lupautunut lähettämään eurooppalaiseen kriisinhallintapooliin, niin sanotun johtoaluksen. Tämän päätöksen myötä siihen osallistuvat henkilöt joutuvat jo uusien vaatimusten eteen. Toiminta-aika, noin kaksi kuukautta, ajaen edes-takaisin, jonkin valtion tai kriisipesäkkeen edustalla. Saattaa kuulostaa helpolta, mutta ei välttämättä sitä ole. Liikkumaton alus on esimerkiksi merenkäynnille kaikkein otollisin kohde. Vastaavalla tavalla psyykkinen ja sosiaalinen kuormituskin saattavat nousta uudelle tasolle. Suora-naista fyysisen kuormittumisen lisääntymistä ei ainakin pikaisesti tule mieleen. Välillisesti, unen puutteen, fyysisen liikkumattomuuden ja staattisten työasentojen vuoksi henkilöstölle saattaa ilmetä fyysisiä oireita. Näiden seikkojen selvittäminen, jo ennen kuin aluksemme on esimerkiksi Libanonin edustalla, olisi suotavaa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on lisätä tietoa aluspalvelun kuormittavuudesta, jotta jatkossa olisimme valmiimpia lähettämään aluksemme kansainvälisiin kriisinhallinta tai –pakottamisoperaatioihin.

3.2. Toiminnan resurssit ja erityispiirteet

Aluksen henkilöstölle asetettavat suorituskykyvaatimuksia vaihtelevat katsontakanan mukaan. Suorituskykyä voi lähestyä yksilön, ryhmän tai koko aluksen kannalta. Yksinkertaisinta on huomioida vain yksilöön liittyvät tekijät. Suorituskykyvaatimukset aluksen eri pienryhmille on kenties haastavin näkökulma. Voi olla vaikea arvioida, paljonko ryhmän muut jäsenet kompensoivat ryhmänsä heikointa lenkkiä? Mikä on psyykkisen kuormittumisen osuus kokonaiskuormittumisesta ja niin edelleen? Suorituskykyvaatimukset ovat haasteellisia koko alushenkilöstön toimintakyvyn kannalta. Kaikille yhteisiä suorituskykyvaatimuksia on muun muassa uintitaito, riittävä tasapaino, ketteryys, kenties koordinaatiokyky ja kehon hallinta, unohtamatta tietenkään merimieslääkärin lausuntoa, soveltuvuudesta aluspalvelukseen.

Fyysisesti ja erityisesti henkisesti raskaan kuormituksen vuoksi voidaan taistelualushenkilöstöltä edellyttää pysyvää hyvää fyysistä kuntoa. Koska fyysinen ja psyykkinen kuormittavuus vaihtelevat paljon, on syytä varautua kaikkein vaativimpiin olo-

suhteisiin. Pääsääntöisesti toimittaessa avomerellä alushenkilöstön fyysinen toimintakyky joutuu kaikkein kovimmalle. Taistelutoiminta kovassa merenkäynnissä lie-
nee merisotilaan fyysisen toimintakyvyn kannalta haastavin olosuhde. Pitkään jatku-
va kuormitus, vaikka se olisi vähäisempääkin, alkaa kuormittaa jossain vaiheessa. Hyvä kestävyyskunto antaa työntekijälle resursseja, kapasiteettia, sietää pitkäkestois-
ta kuormitusta (univaje, henkinen stressi, kevyt fyysinen kuorma, merenkäynti) pa-
remmin kuin heikkokuntoisella.

Taistelualusolosuhteissa fyysisen harjoittelun toteuttaminen on hankalaa. Erilaisia voimaharjoitteita aluksilla pystytään tekemään lähes aina. Aerobista kuntoa kehittävi-
en harjoitteiden toteutus on vaikeaa ahtaissa taistelualuksissa. Operatiiviset velvoit-
teet saattavat vaikeuttaa normaalin levon saamista. Pitkä torjuntavahtipalvelus ja va-
paavahdit eivät tällöin mahdollista muuta kuin ravinnon saamisen ja levon (Heinonen
2005). Tästä syystä koko henkilöstön fyysistä harjoittelua tulee suorittaa pitkällä aika-
välillä, ja aina kun siihen on aluksen tukeutuessa maihin mahdollista. Aerobisia har-
joitteita kannattaa suosia tukeuduttaessa maihin, koska aluksen tilat eivät niitä juuri
mahdollista.

3.2.1. Olosuhteet aluksella fyysisen toimintakyvyn kannalta

Taistelualukset on rakennettu taistelua ja sotaa varten, ei viihtymistä ja lepäämistä
varten. Muun muassa säädöksiä, Asetus laivaväen asuintiloista aluksella 1976 ja Me-
rimieslaki 1978, ei sovelleta aluksiin tai työhön, suoritettaessa meripuolustus- tai me-
rivartiointitehtäviä (Merimieslaki 1976 ja Asetus laivaväen asuintiloista aluksella).
Alukset ovat suhteellisen pieniä ja ne tarkoitettu toimimaan vain suhteellisen lyhyitä
aikoja ilman tukeutumismahdollisuuksia. Edellä mainituista seikoista seuraa, että pal-
velus aluksilla on kuormittavaa. Se ilmenee kenties fyysisenä, kenties virkistymis-
mahdollisuuksien vähäisyytenä, ehkä psyykkisinä oireina tai muina seikkoina.

Taistelualus muodostaa työympäristön, joka rakentuu eri tasoilla olevista työskentely-
tiloista sekä näitä yhdistävistä erilaisista käytävistä ja portaista. Useat tilat ovat ahtai-
ta ja etenkin konehuoneissa käytävä- ja porraskenteet ovat kapeita ja usein jyrkkiä-
kin. Taistelualuksella märkyys, jäätyminen, liukkaus ja aluksen keinuminen vaikeutta-
vat kaikkea liikkumista. Erilaiset kompastumiset, liukastumiset ja putoamiset ovat erit-
tään suurena riskinä koko henkilöstölle. (Heinonen 2005)

Usein taistelualuksille määrätty operatiiviset tehtävät ovat hyvin monitahoisia. Ne vaativat monen alan ja osajärjestelmän samanaikaista hallintaa. Lisäksi aluksen erikoislaatuinen toimintaympäristö asettaa omat vaatimuksensa. Merivoimien taistelu-alusyksiköt miehitetään yhdellä miehistöllä. Vaihtomiehistöjä ei toistaiseksi ole (Heinonen 2005). Mahdollisesti kuukausiakin kestävä toiminta, esimerkiksi kauppameriliikenteen suojaaminen, edellyttää alushenkilöstöiltä korkeaa toiminta- ja suorituskyyä.

Työlle taistelualuksilla, on ominaista ulkoisten olosuhteiden, sään ja ilmaston suuri vaihtelu. Näissä vaihtelevissa olosuhteissa koko henkilöstön on kyettävä suorittamaan omat tehtävänsä. Altistuminen vaihteleville olosuhteille asettaa henkilöstölle toimintakyvylle uusia vaatimuksia. Kaikkinainen terveydellinen vastustuskyky on kuormittavissa oloissa tarpeellista. Aluksella työskentelevien on tehtävästä riippumatta kyettävä suoriutumaan työtehtävistään myös ulkoilmassa. Kaikki huolto- ja korjaustyöt, torjuntavahtipalvelus, aluksen kiinnitys ja irrotus sekä esimerkiksi aluksen maastouttaminen on suoritettava säästä riippumatta.

Taistelualuksen normaali valvontatehtävä on käytännössä passiivista sensoreiden näyttölaitteille tuotetun tiedon käsittelyä. Taistelutilanteessa sensoreiden tuottama tieto on nopeasti saatava päätöksenteon pohjaksi ja siten mahdollistettava aluksen asejärjestelmien käyttö. Kuitenkin taistelutilannetta edeltää hyvin suurella todennäköisyydellä pitkä passiivinen jakso jonka aikana operaattorin vireystila laskee. Tässä piileekin taistelualuksen toiminnan keskeinen haaste.

3.2.2. Henkilöstön vireystila

Ihmisen vireyttä säätelevät ensisijaisesti aivojen sisäosassa sijaitseva biologinen kello, heräämisestä kulunut aika sekä edeltävän unijakson tai edeltävien unijaksojen kesto ja laatu. Neljäs keskeinen tekijä on ympäristön virikkeisyys. (Sorsa 2004).

Kognitiivisten tietojen ja taitojen ohella ihmisen vireystila vaikuttaa suoraan toiminta- valmiuteen ja suorituskyyyn: miten valppaina ovat eri aistien sensorit ja millainen on motoristen toimien herkkyyys. Optimaalista vireyttä säädellään työvuoron pituudella sekä työkuorman hallinnalla. Operaattorille tulee syöttää ärsykeitä ja tietoa eri kanavien (näkö/ääni) kautta. Samoin toteutettavat toimet tulee jakaa ajallisesti sekä motorisesti tavalla, jotta kuormitus ei kasva liian suureksi (Linde 1997). Tämä toteutuu,

kun operaattorin ei tarvitse koko ajan tehdä jotakin ja hänen aivonsa työskentelevät osateholla. Vaihtelevassa saaristoajossa tilanne on juuri näin. Siirryttäessä avomerellä vaarana on vireyden lasku.

Ympäristön osuus vireyden tason säätelyssä korostuu univajeen kasvaessa. Yksitoikkoinen ärsykeympäristö voimistaa väsymystä, kun taas virikkeinen ympäristö ehkäisee merkittävästi väsymyksen ilmaantumista. Vireyden lasku ilmenee niin aivotointojen, käyttäytymisen kuin subjektiivisen kokemuksen tasolla. Käyttäytymisessä väsymys ilmenee herkimmin suoriutumisen heikkenemisessä tehtävissä, jotka vaativat jatkuvaa tarkkaavaisuuden ylläpitoa. Tyypillistä on reagoimattomuus kriittisiin ärsykkeisiin eli ns. lipsahdukset. Tällöin työntekijä ei välttämättä pysty erottamaan merkityksellisiä ja merkityksettömiä asioita toisistaan riittävällä tarkkuudella. Toisena mahdollisuutena on, että hänen vireystilansa on laskenut unen ja valvetilan rajalle, jopa unen puolella. Tällöin työntekijä pystyy reagoimaan ääniärsykkeeseen, mutta ei enää näköärsykkeeseen.

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan arvioida, että yksitoikkoisessa työtehtävässä vähintään viidesosa torkkuu tai nukahtelee erityisesti aamuyön tunteina, jolloin vireyden vuorokausirytmii on alimmillaan. Kyseisissä tutkimuksissa kohderyhminä ovat olleet junankuljettajat ja teollisuuden prosessinvalvojat (Sallinen, M. 1997). Toinen, lievempi kuoppa sijoittuu iltapäivälle noin kello 14–15 aikaan (Sorsa, 2004).

Väsymyksen ohella virkeyttä laskee tehtävän passiivisuus ja yksitoikkaisuus. Väsyttäviä töitä ovat valvontatyö laivojen komentosilloilla, lentokoneiden ohjaamoissa ja muissa korkeaa automatiikkaa käyttävissä työympäristöissä. Työtehtävän korkea vastuullisuus ei välttämättä vähennä yksitoikkaisuuden vaikutusta. Huomioitavaa on lisäksi se, että taistelualusympäristö voi olla pitkiäkin aikoja yksitoikkoinen. (Sorsa, M. 2004)

Taistelualus työympäristönä on ennen kaikkea henkisesti kuormittava ympäristö. Lavatyön ominaispiirteet, työvuorot ympäri vuorokauden, vapaa-ajan vietto samoissa tiloissa ja samassa seurassa jossa työskennellään, aiheuttavat henkistä kuormittumista. Yhteydenpito työpaikan ulkopuolelle, perheeseen, sukulaisiin ja muuhun sosiaaliseen ympäristöön vähenee tai ainakin muuttuu luonteeltaan eripituisiksi jaksoiksi. Aluksella tarjolla olevat virikkeet ja vapaa-ajan toimintamahdollisuudet ovat rajoitetut. Yhteiskunnan tarjoamat palvelut ovat ainakin osin ulottumattomissa. Aluksen henki-

löstö on kiinteässä keskinäisessä kosketuksessa. Työyhteisön ilmapiiri ja ihmisuhteet voivat muodostaa aluksella merkittävän mielenterveydellisen kuormitustekijän (Heinonen 2005).

3.3. Laivapalvelus, työskentely aluksilla

Merenkulkukäytännön toimintaa on kehitetty systematisoimalla merenkulkuohjesääntöä (viimeksi 1995). Samoin aluskohtaisia rutiineja on kehitetty komentosilta-työskentelyohjeiden muodossa. Vastaavaa kehitystä on tapahtunut siviilimerenkulun puolella. Siviilipuolen tutkimuksissa on havaittu tarve operatiivisen johtamisen ja merenkulkuryhmän toimintojen yhtenäistämiseen (Merenkululaitos 1997). Se parantaa henkilöstön käytettävyyttä oleellisesti, että eri kapteenin aluksella ei tarvitse aina opetella uusille tavoille. Vakioituneet toiminnot tehdään aina järjestelmällisesti yleisen käytännön mukaisesti. Ohjaamon merenkulkuryhmän työskentelyn kehittymisellä on vähennetty sitä todennäköisyyttä, että yksittäisen henkilön tekemän inhimillisen virheen vuoksi alukselle tulee merivaurio. Ihmisen tekemät virheet ovat yleisin onnettomuuden syy.

3.3.1. Johtosuhteet, tehtävät, ja tehtäväpaikat aluksilla

Kaikilla aluksilla on päällikkö. Aluksen päällikkö vastaa aluksestaan kaikissa tilanteissa ja olosuhteissa. Päällikön merenkulullinen vastuu ja velvollisuudet on määritetty merilaissa ja Sotilasmerenkulkuohjeissa. (Laivapalvelusopas 2006)

Palvelus aluksilla käsittää yleisen laivapalveluksen ja palveluksen toimialoittain. Palvelus toteutetaan rinnan päiväpalveluksena ja jatkuvana vahtipalveluna. Hallinnollisesti henkilöstö jaetaan palvelus- ja toimialoittain ryhmiin. Jokaisella vakinaiseen henkilökuntaan kuuluvalla on hallinnollisen jaon mukainen tehtävä, jota hän vastuullisena hoitaa. (Laivapalveluopas 2006)

Jakokirja on aluksen toimintaa säätelevä peruskirja. Se määrittää johtosuhteet ja henkilökunnan tehtäväpaikat eri tilanteissa. Merivoimien komentaja vahvistaa kullekin taistelualustyyppille perusjakokirjan. Siinä määritetään aluksen henkilömäärävahvuudet, eri miehitystilanteissa; alkaen normaaliajan pienimmästä määrävahvuudesta – päättyen kriisin ajan täysvahvuuteen. Aluksilla ylläpidetään lisäksi palvelusjakokirjaa.

Siinä määritetään kulloisenkin miehitystilanteen mukaisesti aluksella palvelevan henkilöstön johtosuhteet ja tehtäväpaikat eri tilanteissa. (Laivapalveluopas 2006).

Periaatteessa aluksilla on yhtenevät jakokirjat, tai että niissä on määritetty henkilöstön tehtävät ja tehtäväpaikat samantyyppisesti. Näin ei käytännössä kuitenkaan ole. Aluksilla on käytössään eri taisteluvälineitä ja eri tehtävien painoarvo on erilainen. Eri alusluokkien jakokirjoilla on haluttu painottaa kyseiselle alusluokalle oleellisten tehtävien tärkeyttä, ottamalla niiden tehtävien mukaiset työn jaottelut mukaan taisteluohjeeseen sekä jakokirjaan. Esimerkkinä Helsinki- ja Rauma-luokan ohjusveneet, joissa Rauma-luokalla on miinoitus- ja merivahtijako jakokirjassaan ja vastaavasti Helsinki-luokan jakokirjassa niitä ei ole, mutta heillä taas jakokirjassa on ohjus- ja hekojaot, joita Rauma-luokan jakokirjassa ei ole. (Rauhanummi 2003)

Taistelualuksen jakokirja tulee suunnitella siten, että aluksen kaikki keskeiset ja tärkeimmät toimenpiteet kyetään suorittamaan torjuntavahdissa olevan henkilöstön voimin. Yleensä keskeisimmät ja tärkeimmät toimenpiteet ovat aluksen suorittamat ilma- ja pintatilanteen valvonta eri järjestelmillä, ilmatorjunta sekä yksinkertaisimmat aluksen ankkurointiin tai laituriin kiinnittymiseen liittyvät toimenpiteitä. (Heinonen 2005).

Taisteluohjeella ja aluksen jakokirjalla määritetään siis eri tilanteissa tarvittavan henkilöstön määrä ja sijoittuminen aluksella. Tämä vaikuttaa välittömästi henkilöstön kuormittumiseen. Vaikka henkilöllä olisi niin sanottu vapaa vahti, hän saattaa joutua suorittamaan hänelle kuuluvia muita taistelutehtäviä, kun niiden mukainen valmius- tai hälytystila on annettu. Se, että aluksen henkilöstöllä on eri tehtäviä, valmius- ja hälytystiloissa, kuormittaa työntekijää satunnaisesti. Työn kuormittavuus voi vaihdella täysin riippumatta vuorokauden ajasta, työntekijän vireystilasta tai vaikkapa hänen edeltävästä unen määrästä. Operatiivisista syistä tai aluksen turvallisuuteen liittyvistä syistä johtuvat valmius- ja hälytystilat ovat ratkaisevia, ajatellen työntekijän kokonaiskuormitusta. Mahdolliset kuormitushuiput tulisi huomioida jo etukäteen ja vaikuttaa kuormittumiseen siten jo taisteluohjeen ja jakokirjan laadinnassa. Näin saadaan tasattua mahdollisia kuormitushuippujen aluksen henkilöstön kesken siten, etteivät esimerkiksi taistelujohtokeskuksen operaattorit kuormitu liikaa. Aluksen oman suojan kannalta esimerkiksi ilmatorjunnasta vastaavien operaattoreiden suorituskky ja suorituskvyn ylläpito on ratkaisevaa (IEggemeier & Wilson 1991).

3.3.2. Valmius- ja hälytystilat

Aluksen valmiustilalla tarkoitetaan kulkukannalla olevan aluksen toiminta- ja taisteluvalmiutta eri tilanteissa. Tällaisia valmiustiloja ovat: satamavalmius, merivalmius, torjuntavalmius, taisteluvalmius ja suojelevalmius. Kuhunkin valmiuteen liittyy tietty määrätty henkilöstömäärä eli vahti.

Taistelualuksen keskeisin valmiustila on torjuntavalmius. Vähimmäishenkilöstönä on yksi vahti, joka miehittää: aluksen ohjailun, valvonta-, johtamis- ja viestitoiminnan järjestelmät, ilmatorjunnan järjestelmät sekä muiden asejärjestelmien valmiuden ylläpidon edellyttämät taisteluasemat (Laivapalveluopas 2006). Tällöin henkilöstö on ja kaantuneena kahteen vahtiin ja vuorotteluna käytetään yleensä: neljä tuntia töitä – neljä tuntia vapaata - järjestelmää.

Hälytystilaan alus saatetaan silloin, kun toiminnot ovat niin tärkeitä tai ratkaisevia, että niihin tarvitaan koko aluksen henkilöstö. Eri alusluokilla taisteluvalmiuteen liittyviä hälytystiloja voivat olla: miinanlaskutila, sukellusveneentorjuntatila, taistelutila tai raiwaustila. Muita hälytystiloja ovat: palontorjuntatila, vauriontorjuntatila ja pelastustila. (Laivapalveluopas 2006).

Aluksilla on käytössä vielä muitakin tiloja, mutta ne eivät ole tämän työn kannalta merkityksellisiä. Tällaisia tiloja ovat muun muassa laitevalmiustilat ja sulkutilat. Kaikkiaan aluksen erilaiset tilat vaikuttavat henkilöstön kuormittumiseen samalla tavalla kuin jakokirja ja taisteluohje. Aluksen toiminnalliset eri ”tilat” ovat vain nimikkeitä ja vaatimuksia, niille aikamäärille ja tehtävän suorituspaikoille, joissa työntekijän on oltava suorittamassa työtehtäviään. Kyseisen työn kuormittavuus tai kuormittuneisuuden kokeminen voivat riippua hyvinkin monesta tekijästä. Tekijöistä, joiden yhteismekanismeja ei vielä edes osata havaita. Tämän tutkimuksen yhtenä tarkoituksena on perehtyä aluspalvelun järjestelyihin ja työn kuormitukseen mahdollisimman hyvin. Niin, että jatkossa pystytään tutkimusasetelmat laatimaan mahdollisimman kattavaksi arvioitaessa aluspalvelun kuormittavuutta.

3.3.3. Vahtipalvelu

Alukset ovat ympäri vuorokauden toimivia yhteisöjä. Aluksen työt ja siten työaika on jaettu vahtivuoroihin, jotta toimintavalmius säilyy korkealla tasolla. Kaikki aluksen

henkilöt jaetaan kahteen vahtiin, oikeaan ja vasempaan. Suurilla aluksilla henkilöstö voidaan jakaa vahtineljänneksiin. Oikea vahti muodostuu tällöin I ja III - neljänneksistä ja vasen vahti II ja IV – neljänneksistä (Laivapalveluopas 2006).

Merivoimissa yleisin vahtivuorottelujärjestelmä on 4 tuntia töitä - 4 tuntia vapaata. Muunkinlaisia vahtijärjestelyitä käytetään, riippuen aluksen henkilöstömäärästä. Vahtivuorokausi alkaa päivittäin klo 08.00. Vahtivuorot ovat:

08 – 12	aamupäivävahti
12 – 16	iltapäivävahti
16 – 18	ensimmäinen puolivahti
18 – 20	toinen puolivahti
20 – 24	iltavahti
00 – 04	yövahti
04 – 08	aamuvahti.

Aluspalveluksessa ruokailu rytmitetään vahtivuorojen vaihtoon liittyen. Aamupala nautitaan normaalissa torjuntavahdissa kello 0730-0830, lounas kello 1130-1230, päivällinen kello 1730-1830, iltapala kello 1930-2030 sekä yöpalat kello 2330-0030 ja kello 0330-0430. Levossa ollut vahti suorittaa ruokailun ennen vahdinvaihtoa ja uusi vapaavahti tämän jälkeen. Jokaisen ”ruokailutunnin” ensimmäinen puolituntinen on siis vahtiin siirtyvälle ja toinen puolituntinen lepoon siirtyvälle vahdille. (Heinonen 2005).

Taistelualuksilla ei ole suoritettu ravinnon ja ruokailuajankohtien merkitsevyyteen liittyviä tutkimuksia. Ihmisten vireystila riippuu myös ravinnon ja energian saannista. Pitkäkestoisessa toiminnassa on huomioitava henkilöstön lepo ja miten se voidaan parhaiten turvata. Ruokailujärjestelyt ovat osa kokonaisuutta. Tässä tutkimuksessa ei kiinnitetä huomiota ruokailuaikoihin tai ravinnon sisältöön. Koehenkilöt saivat itse päättää mitä söivät ja milloin söivät.

3.3.4. Merivahti

Merivahdin tehtävänä on aluksen ohjailu ja koneiden käyttö, tähystys ja viestitys, pelastus- ja suojapalveluvalmiuden ylläpito sekä päiväjärjestyksen mukaisen palveluksen johtaminen (Laivapalveluopas 2006). Kunkin aluksen jakokirja määrää, mitkä

tehtävät tai merivahtiasemat on miehitettävä. Tämä kertoo myös merivahdin henkilöstömäärän.

Merivahtiin tuleva henkilöstö järjestyy käsketyille paikoilleen hyvissä ajoin ennen vahtivuoron alkamista. Vahdin vastaanottavat vahtipäällikkö ja konevahtiupseeri määrittävät tulevalle vahdille vahtitehtävät ja käskevät vahdin asemiin. Vahdin sisällä tehtäviä vuorotellaan tunnin välein.

Vahtipäällikkö vastaa vuoronsa aikana aluksen turvallisesta ohjailusta eli kuljettamisesta (Merimiestaito 2000). Aluksen valmiuden ja turvallisuuden varmistamiseksi vahtipäällikkö käsklee ajoittain erilaisia valmiuksia tai sulkutiloja. Samoin vaaran tai vaurion uhatessa vahtipäällikkö suorittaa hälytyksen ja johtaa toimintaa, kunnes aluksen päällikkö ottaa sen johtoonsa (Laivapalveluopas 2006).

Vahtipäällikköharjoittelijoita koulutetaan vahtipäällikön tehtäviin. He suorittavat kaikki vahtipäällikön tehtävät vahtipäällikön valvonnassa. Vahtipäällikön apulainen avustaa vahtipäällikköä aluksen toiminnan johtamisessa ja ohjailussa. Vahtipäällikön apulaisina voidaan käyttää henkilöitä, joita koulutetaan vahtipäällikön tai vahtiupseerin tehtäviin. (Merimiestaito 2000).

Merenkulkupseerin, vahtiupseerin ja vahtialiupseerin tehtävinä, riippuen alustyyppistä, ovat: laivapäiväkirjan ylläpito, ruorimiehen ja muiden kansialan vahtitehtävissä toimivien valvonta ja koulutus, tutkimittaus, paikanmäärityslaitteiden käyttö, viestilaitteiden käyttö, vahtipäällikön käskemät toimet ja päiväohjelman mukaisen palveluksen käskeminen (Laivapalveluopas 2006). Eli vahtipäällikön tärkein tehtävä on aluksen turvallinen ohjailu, muihin vähempiarvoisiin tehtäviin hän käyttää muun vahtihenkilöstön resursseja.

Henkilöä, joka ohjailee ja käsittelee alusta nimitetään ohjailijaksi. Ohjailijana voivat toimia vahtipäällikkö, vahtipäällikköharjoittelija, veneenkuljettaja tai merenkulkukoulutuksessa oleva kurssilainen (Merimiestaito 2000). Tässä tutkimuksessa vanhempien kurssien kadetit toimivat nimenomaan ohjailijoina, vahtipäällikön valvovien silmien alla.

Ruorimies vastaa aluksen ruorinpidosta ohjailijan käskyjen mukaisesti (Laivapalveluopas 2006). Tässä tutkimuksessa nuorimman kurssin kadetit toimivat osan ajas-

taan ruorimiehenä. Merivahdin kestäessä neljä tuntia, he toimivat siitä ajasta yleensä yhden tunnin ruorimiehenä komentosillalla.

Tähystäjät vastaavat tähystyksestä ja merkinantoviestityksestä vahtiohjeiden mukaisesti. Vahtiohjeissa on määritetty yksityiskohtaiset havainnot, joista tähystäjä tekee ilmoituksen (Laivapalveluopas 2006). Tässä tutkimuksessa nuorimman kurssin kadetit toimivat tähystäjinä. Merivahdin kestäessä neljä tuntia kerrallaan, he toimivat keskimäärin kaksi tuntia tähystäjänä vahtivuoron aikana. He olivat yhden tunnin ”oikeana tähystäjänä” toisen tunnin ”vasempana tähystäjänä”. Tähystyspaikka oli ulkona miinalaivan yläkannella, jossa komentosilta (noin 140 senttimetriä) suojasi heitä edestäpäin tuulelta.

3.3.5. Satamavahti ja kansivahti

Satamavahti järjestetään suuremmilla aluksilla aluksittain, niiden ollessa satamassa. Satamavahdin päätehtävä on turvallisuuden valvonta. Satamavahdin henkilömäärä vaihtelee suuremmilla aluksilla kuudesta – yhdeksään henkeen (Laivapalveluopas 2006). Tämän tutkimuksen aikana koehenkilöistä yksi suoritti kansivahdin vuoron purjehdusten välipäivinä. Työjaksosta sisällytettiin näytteenä kaksi tuntia kansivahdin työtä ”Koulutustehtävä” –nimikkeen alle, analysoitaessa aluspalvelun kuormittavuutta verenkiertoelimistölle

3.4. Aiemmat tutkimukset.

3.4.1. Sotilaiden tutkimukset aluspalveluksesta

Komentajakapteeni Jussi Koskinen; ”Taistelualuksen komentosilta 2005” vuodelta 1999. Hänen tutkimuksensa tarkoituksena oli tutkia keinoja, jolla aluksen merenkulkuhenkilöstön työympäristö ja kuormitus saadaan ihmiselle sopivaksi. Pienenevistä resursseista johtuen ohjaamohenkilöstön määrää oli oltu pienentämässä. Hän kartoitti aluksen komentosiltojen toimivuutta, merenkulun tehtävien, teknisten apuvälineiden sekä operaattorin työskentelystä tehtyjen tutkimusten kautta. Tuloksenaan hän esittää uutta komentosilta konseptia. Koskinen tarkasteli työkuormaa ja operaattorin kuormittumista lähinnä ”human factors engineeringin” ja ”human-machine-interface” -

kysymysten kannalta. Näissä ihminen oli osa järjestelmää, missä muut osatekijät olivat teknisiä järjestelmiä. Kuorma ja kuormittuminen olivat hänellä lähinnä dataa ja tietoa, jota merenkulku henkilöstö käsittelee. Hänen esittämänsä komentosiltakonsepti oli joustava, työkuorman jakamiseksi tilanteenmukaisesti, jotta operaattorit tekisivät hyväksyttäviä ja operatiiviselta kannalta oikeita ratkaisuja tai päätöksiä.

Komentajakapteeni Mika Irla ”Ohjusveneen taistelujohtokeskus”. 1999. Tutkimuksen päättötarkoituksena oli määrittellä taistelunjohtojärjestelmän ilmapuolustusoperaattorin tehtävät ja tutkia operaattorin kuormittumista ilmapuolustustilanteessa. Tämä edellytti myös operaattorin tehtävien analysointia ja tehtävän jaon analysointia operaattorin sekä järjestelmien suorittamien automaattisten toimintojen välillä. Hän käytti tutkimuksessaan useita ”Human Factors” -alan analyysitekniikoita, joilla oli analysoitu taistelunjohtojärjestelmän toimintoja ja operaattorien tehtäviä. Operaattorien osalta pääpaino oli ilmapuolustusoperaattorien tehtävien kuormittavuuden tutkimisessa. Suorituskykyyn vaikuttavista tekijöistä hän keskittyi ilmatilanteen valvontaan ja maalien havaitsemiseen sekä päätöksentekoon liittyviin seikkoihin. Tutkimuksessa analysoitiin ihmisen ominaisuuksien ja työympäristön olosuhteita, tilanteita ja niiden suhdetta toisiinsa nähden, lähinnä ergonomian kannalta.

Komentajakapteeni Erkki Heinonen ”Merivoimien taistelualushenkilöstön toimintakyky 2010-luvulla” 2005. Hänen tutkimuksena tarkoituksena oli määrittellä keskeisimmät tekijät, jotka vaikuttavat ihmisen toimintakykyyn merivoimien taistelualuksella. Tutkimuksessa käsiteltiin toimintakyvyn neljää ulottuvuutta (Toiskallion mukaan); fyysistä, psyykkistä, sosiaalista ja eettistä osa-aluetta. Sitä miten ne vaikuttavat ja miten ne tulee huomioida taistelualusympäristössä. Tutkimuksen painopiste oli taistelualushenkilöstön sosiaalisen toimintakyvyn tarkastelussa. Tuloksina hän havaitsi, että palvelu nykyaikaisilla taistelualuksilla vaatii oletettua enemmän toimintakykyominaisuuksilta, kuin mitä merivoimissa oletetaan. Hän näki sosiaalisen toimintakyvyn keskeiseksi tekijäksi. Jatkotutkimuskohteeksi hän nimesi torjuntavahtivuorottelun kuormittamisen tutkimisen, hypoteesina, että taistelualushenkilöstö ei kykenisi ylläpitämään riittävää toimintakykyä nykyisillä työn rytmitystavoilla.

3.4.2. Suomalaiset tutkimukset kauppalaivastosta

Viime vuosina aluspalvelua tai siellä työskentelyä ei ole tutkittu Suomessa. Satamassa tapahtuvaa kontti- tai irtolastin kanssa työskentelyä on tutkittu 1990-luvulla, mutta niistä ei löytynyt yhtymäkohtia aluspalvelutyöhön ja sen olosuhteisiin.

Niin sanotusti tuorein laivapalvelua koskeva tutkimus on tehty 1980-luvulla. Silloin selvitettiin kyselytutkimuksella laivapalvelusta suorittavien henkilöiden työviihtyvyyttä, vapaa-ajan liikkumista ja niin sanottuja raskaita tai kuormittavia työvaiheita. Kohde ryhmänä oli kauppamerenkulun rahti- ja matkustajaliikennettä suorittavia laivoja ja niiden henkilöstöä. Tutkimuksen menetelmät ja tulokset painottuivat niin eri taholle kuin tässä tutkimuksessa, että siitä ei saanut viitearvoja tähän tutkimukseen.

Työterveyslaitos on tiedostanut aluspalvelun kuormittavuuden. Heidän suurin intressinsä on uni ja palautuminen työjaksosta. Heidän tutkijansa psykologi Matti Sorsa on ehdottanut seuraavia muutoksia kauppalaivaston käytännöiksi:

- siirrytään pois 6/6 vahtivuorottelusta vähintään 4/8 vahtivuorotteluun
 - taataan jokaiselle täysi yöuni vähintään kahden vuorokauden välein
 - vahvistetaan vahtia siten, että yöaikaan vahdissa on kaksi navigaattoria
 - tarjotaan henkilökunnalle lääkkeitä, jotka mahdollistavat valveilla pysymisen ja toisaalta nopean nukahtamisen vapaavuorolla
 - lisätään automatiikkaa komentosilloille ja varustetaan komentosillat ”kuolleen miehen kahvoilla”, joita ei voi kytkeä pois
 - pidetään huolta, että yli 50-vuotiaat henkilöt eivät enää tee yöllä vahtia.
- (Sorsa, 2004)

Merenkulkualan lehdissä ja artikkeleissa tiedostetaan työssä kuormittumisen ongelmat. Tutkimustasoista selvitystyötä ei asiasta kuitenkaan ole tehty. Tavallaan tässä olisikin kenties ”sosiaalinen tilaus” siviilipuolen tai kauppamerenkulun taholle.

3.4.3. Kansainväliset tutkimukset kuormittumisesta

Kansainväliset tutkimukset laiva- tai aluspalvelusta käsittelevät usein tapaturmia ja niiden syitä. Aluspalvelun kuormitusta tai kuormittuneisuuden kokemista tarkastelevia tutkimuksia en löytänyt. Samoin kun hakukriteerinä oli vahtityöskentely, tutkimuksia ei löytynyt.

Yhdysvalloissa on aloitettu 1990-luvulla käyttämään kaksois-leimattua vettä, energian kulutuksen arvioinnissa. Tutkijat ovat ottaneet menetelmän käyttöön myös heidän armeijassaan ja laivastossaan. Vuonna 2003 tutkijaryhmä laati tutkimuskatsauksen, johon he olivat keränneet aineistoa 56 eri tutkimuksesta ja noin 500 koehenkilöltä. Valtaosa tutkimuksista oli yhdysvaltalaisia, mutta joukossa oli myös norjalaisia, australialaisia, israelilaisia ja zimbabwelaisia tutkimuksia (Tharion, Lieberman, Montain, Young, Baker, Fulco, DeLany & Hoyt. 2005).

Liitteessä GGG on poimittu osa kyseisen tutkimuskatsauksen tutkimuksista, lähinnä merivoimiin ja merijalkaväen henkilöstön osalta. Erikoisjoukkojen, maavoimien ja huoltojoukkojen energiankulutusarvot eivät ole tähän tutkimukseen liittyen kiinnostavia. Yksityiskohtaisissa tutkimus tuloksissa on esitelty muutamalla sanalla tutkittujen sotilaiden toimintaa, kuten ”basic training”, esimerkiksi alokkaiden kohdalla. Todellisuudessa kyseisten alokkaiden fyysinen kuormittuminen on voinut olla mitä tahansa, luokassa istumisesta – pikamarssiin kesähelteellä. Tästä tutkimuskatsauksesta sai suuntaa antavia numeerisia vertailuarvoja.

3.5. Aluspalvelun kuormitustekijät

3.5.1. Melu

Melu on ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttävänä tai häiritseväenä. Melun voimakkuus ilmoitetaan desibeleinä ja se on yleisimpiä työperäisiä haittatekijöitä. Erityisen häiritsevää melua on niin sanottu impulssimelu. Se sisältää äkillisiä, alle sekunnin mittaisia voimakkaita ääniä, jotka voivat olla iskumaisia tai viheltäviä. Melulle on asetettu työsuojelullisista seikoista raja-arvot joita ei saa ylittää. Päivittäinen meluallistutus ei saa ylittää 85 desibeliä ja impulssimelun osalta se on noin 140 desibeliä. (Venetjoki & Hongisto. 2005)

Taistelualuksella syntyy ääntä ja melua hyvin monista eri kohteista. Melua syntyy: aluksella erilaisista koneistoista sekä propulsiojärjestelmästä. Samoin melua syntyy jokaisesta asejärjestelmästä jota käytetään. Mikäli joudutaan työskentelemään aluksen ulkopuolella, tuuli ja aallokko aikaan saavat melua ja kohinaa. Sisätiloissa häiritsee melua voi aikaan saada ilmastointilaitteet ja esimerkiksi materiaalin siirtäminen metallipintoja pitkin (miinat, ammuslaatikot ja vastaava materiaali). Tietysti operatiivi-

sista tilanteista syntyy vielä erityisiä meluhaittoja, ammusten, tykinlaukausten, siireenien ja vastaavien merkeissä.

Kansainvälisesti melulle on asetettu myös raja-arvoja. Siellä mainitaan melutason ylärajaksi 80 desibeliä, sillä sen ylittyessä lisääntyy ympäristöstä aiheutuva kuormitus korostetusti (Assenmacher, T., Garner, T. 1997). Voi olla hyvinkin aiheellista laskea haittaavan melun raja-arvoja, sillä yhä useammassa työpaikassa edellytetään kommunikointia toisen työntekijän kanssa. Näin on myös aluspalveluksessa. Monissa tehtävissä, kuten komentosillalla työskentelee ryhmä henkilöitä. Heillä on yhteinen päämäärä ja siihen ei päästä sillä, että jokainen yksilö hoitaa vain oman tehtäväalueensa. Tarvitaan siis sanallista kommunikointia ohjailijan, ohjailijan apulaisen ja ruorimiehen välillä, jotta alus saadaan oikeaan paikkaan oikealla ajalla.

Tässä tutkimuksessa ei käsitelty melua häiriötekijänä resurssien vähyyden vuoksi. Jatkotutkimuksissa se on hyvä ottaa huomioon, koska aluksilla on impulssityyppistä melua huomattavastikin, riippuen toimipisteestä.

3.5.2. Tärinä

Tärinä on kiinteässä kappaleessa etenevää värähtelyä, joka kohdistuu koko ihmisen kehoon tai vain käsiin. Tärinä ilmoitetaan joko kiihtyvyytenä tai desibelinä ja sen yksikkö on hertsi. Aluspalveluksessa kokokehoon kohdistuu tärinää. Aallot lyö aluksen laitaan tai kylkeen ja vavahduttavat alusta, aluksen keula nousee hieman mainingin myötä ja painuessaan takaisin törmää aaltoon, aluksen moottorit saattavat täristää alusta koko ajan.

Turun aluetyöterveyslaitoksen tutkimuksen mukaan vuonna 1985 tärinän koki työaikana häiritseväksi neljä kymmenestä, vapaalla ollessaan kolme kymmenestä. Nyt 2000-luvulla, aiemman 36 prosentin asemesta jo 43 prosenttia koki tärinöiden häiritsevän untan aluksella (Ekstrand 2001).

Taistelualuksilla joudutaan tietyissä operatiivisissa tilanteissa ajamaan aluksella sen maksimivauhti. Operatiiviset velvoitteet eivät anna myöten, että vauhtia laskettaisiin, koska alus tärisee ja se tuntuu henkilöstöstä epämiellyttävältä. Joten itse tärinään ei välttämättä pystytä vaikuttamaan, painopiste on suunnattava siihen, miten tärinän haittavaikutuksista pystytään elpymään. Tässä tutkimuksessa tärinän mahdolliset haitat tiedostettiin, mutta niiden selvittämiseen ei käytetty resursseja.

3.5.3. Lämpö

Lämpö voi olla lämpimyyttä tai sitten kylmyyttä. Kummassakin ääripäässä on ongelmia. Lämpöolot koostuvat ilman lämpötilasta, ilman kosteudesta, ilman virtausnopeudesta ja ympäröivien pintojen lämpötiloista. Helpointa on mitata ilman lämpötilaa, mutta auringon lämmittämä laivan kylki antanee mittarin osoittimelle vielä lisäasteita. Erityisesti lämpösäteily konehuoneissa, taistelukeskuksessa ja keittiötiloissa vaikuttavat henkilöstön toimintakykyyn. Ulkokansilla ja ohjaamossa henkilöstö altistuu auringonsäteilylle jonka vaikutusta lisää säteilyn heijastuminen merenpinnasta. Voimakas ultraviolettisäteily on myös haitallista ihmiselle.

Lämmöstä vapautuu ympäristöön noin 60 % säteilemällä, johtumalla eri pintojen välityksellä noin kolme %, ilman mukana kuljettumalla noin 15 % sekä hikoilun ja hengityksen mukana noin 22 % (Guyton 1996, McArdle ym 2001)

Lämpötilan tulee olla säädettävissä, sillä liian alhaiset tai korkeat lämpötilat heikentävät operaattorin suorituskyyä. Ilmastoinnin tulisi myös kyetä säätelemään ilmankosteutta ja se tulee mitoittaa riittävän tehokkaaksi huomioiden sähkölaitteiden ja ulkoa tulevan auringon lämmitysteho. Ihmisen suorituskyyyn ylläpitämiseksi arvojen tulee pysyä ns. comfort zonen sisällä. (Assenmacher & Garner 1997).

Elimistön jäähtyessä, lämmön vapautuminen pyritään estämään ihon pintaverisuonien supistumisella. Tällöin verenkierto ohjautuu tärkeiden elintoimintojen turvaamiseksi kehon sisäosiin (Guyton 1996). Viileässä ja kylmässä ympäristössä elimistön syvälämpötila saadaankin näin pidettyä lähes muuttumattomana. Ihon pintalämpötila (Werner & Reents 1985) ja lihaksen sisäinen lämpötila sen sijaan laskevat selvästi (Ferretti ym 1992, Oksa ym 1995; 1996a; 1996b; 1997)

Elimistö pyrkii lisäämään lämmöntuotantoa myös lihaksiston toiminnan kautta. Aluksi aineenvaihduntaa pyritään nostamaan lihaksen järeyyttä (tonusta) lisäämällä. Lihasvärinän avulla lämmöntuotantoa voidaan nostaa 4-5 kertaiseksi verrattuna lepotasoon. Samoin ihminen pyrkii tuottamaan lämpöä myös aktiivisen lihastoiminnan avulla. Elimistön hyötysuhde on noin 25 %. Loppu energia muuttuu ja vapautuu lämpönä. (Parsons 1993; Guyton 1996)

Fyysisen rasituksen aikana lihaksen sisäinen lämpötila (Oksa ym. 1996) sekä ihon pintalämpötila (Rintamäki ym. 1992) nousevat. Selvintä lämmön kohoaminen on työtä tekevien lihasten alueilla (Oksa ym. 1996).

Kylmälle altistumisen on useissa tutkimuksissa (Ferretti ym 1991; Cornwall 1994; Oksa ym 1995a; 1996a; 1996b; 1997) todettu heikentävän lihasten suorituskykyä. Suorituskyvyn lasku on havaittu sekä dynaamisessa, että isometrisessä voimantuotossa. Samoin jäähtymisen on havaittu hidastavan maksimaalisen aktiivisuustason saavuttamista. Lisäksi jäähtymisen on havaittu heikentävän lihasten yhteistoimintaa ja koordinaatiota. Nämä kaikki yhdessä tai sopivissa olosuhteissa erikseen lisäävät työstä aiheutuvaa kuormitusta ja voi siten lisätä tapaturmariskiä..

Taistelualuksen sisätiloissa pääsääntöisesti haasteena on jatkuva kuumuus. Erityisesti koneiston ja taistelujärjestelmän aiheuttama lämpösäteily ja siten korkea aluksen sisälämpötila asettavat henkilöstön kuormittuneeseen tilaan joka myös vaikuttaa henkilöstön vireystilaa heikentävästi. Tässä tutkimuksessa havainnoitiin työntekijän työskentelyn aikainen työpisteen lämpötila. Mittausten ajaksi sattui kesän lämmin jakso, joten niin sanottua yön viileyden vaikutuksia kuormitukseen ei saatu havainnoidua. Pääasiallisesti lämpötilat olivat sopivia, liian kuumia lämpötiloja eivät koehenkilöt raportoineet.

3.5.4. Merenkäynti

Taistelualus on lähes jatkuvasti liikkeessä oleva lavetti. Liike on normaalia aluksen etenemistä merellä mutta siihen liittyy läheisesti merenkäyntiolosuhteiden vaikutus, jotka aiheuttavat aluksella työskenteleville ihmiselle haasteita. Ihmisen toimintakyky heikkenee merenkäyntiolosuhteissa siten, että taistelujärjestelmän, navigoinnin, huoltotöiden sekä jopa ruoan valmistus saattaa vaarantua. On olemassa selkeät fyysiset rajoitukset ihmisen karkea- ja hienomotoriselle toimintakyvyille kun ihminen joutuu jatkuvaan liiketilaan joka aiheutuu hänen työskentelylavetistaan. (Dobie 2003)

Merisairauteen (seasickness, motion sickness) voi sairastua kuka tahansa. Selkeitä ja todistettavia tutkimuksia ei ole, mutta esimerkiksi Royal Navyn alushenkilöstöstä on arvioitu 10-30% kärsineen merisairaudesta kohtalaisessa merenkäynnissä ja jopa 50-90% pahimmissa olosuhteissa (United Kingdom, Pethybridge 1982). U.S.Navy raportoi vuosina 1980-1992 merisairaustapauksia lähes 500 000 kappaletta ja 100 000 aiempaa tapausta oli määritetty uudelleen. Kyseessä on siis todella suuri

henkilöstön toimintakykyyn vaikuttava tekijä, joka voi olla myös taloudellisesti merkittävä. (Dobie 2003)

Merisairaus liittyy ihmisen avaruudelliseen hahmottamiskykyyn. Aivot saavat periferiasta ja aistinelinten kautta tietoa siitä miten vartalo on kolmiulotteisessa ympäristössä. Minne vartalo liikkuu, mihin suuntaan se on menossa ja onko se kääntymässä vai paikoillaan. Merisairauden oireet ilmaantuvat kun aivot saavat asentotajumme eri osa-alueelta ristiriitaisia tietoja. Esimerkiksi keskittyessämme lukemaan merikortteja aluksen komentosillalla, eivät silmämme havaitse aluksen keinumisliikettä. Samanaikaisesti kuitenkin sisäkorvamme havaitsevat aluksen keinumisliikkeen. Lopputuloksena on ristiriitaista tietoa näköaistin ja tasapainoaistin kesken, josta seuraa siis merisairauden oireita. Merisairauden ensioireet ovat useimmiten velttous ja lievä uneliaisuus. Näkyvämmät jatko-oireet ovat oksettava olo ja lievä, kylmä, hikoilu. Oksettava olo voi muuttua kontrolloimattomaksi ja johtaa voimakkaaseen pahoinvointiin. ([Http://www.sailingissues.com/yachting-guide/seasickness.html](http://www.sailingissues.com/yachting-guide/seasickness.html))

Merisairaus ja sen oireet on ymmärrettävä taistelualuksilla toimintakykyä rajoittavana tekijänä. Tehtäviä, työvuoroja, työympäristöä suunnitellessa on otettava huomioon yksilöiden väliset erot myös merisairauden vaikutuksissa työntekijöihin. Osa henkilöstöstä ei pysty toimimaan lainkaan kovassa merenkäynnissä, osa pystyy toimimaan ja työskentelemään rajoitetusti, osaan henkilöstöstä merenkäynti ei vaikuta juuri lainkaan. Koska merisairautta ei voi harjoitella, voisi olla aiheellista kenties valita aluksille henkilöitä, jotka eivät kärsi siitä niin paljon.

Merisairauteen on olemassa useita eri lääkitystapoja. Kaikilla lääkkeisiin perustuvilla merisairauden hoitoon tähtäävillä toimenpiteillä on kuitenkin negatiivisia vaikutuksia ihmisen toimintakykyyn. Kukin lääke vaikuttaa eri tavoin erilaisiin ihmisiin. Jotkut lääkkeiden sivuvaikutuksista eivät ole soveltuvia ihmisille, jotka ovat vastuussa esimerkiksi taistelujärjestelmän käytöstä tai osallistuvat taktiseen tai operatiiviseen päätöksentekoprosessiin. (Dobie 2003)

Merisairauden ehkäisyssä ja matkapahoinvoinnin hoidossa käytetään yleisimmin seuraavia lääkeaineita: skopolamiinia, antihistamiineista syklitsiinia ja prometatsiinia sekä muina aineina; metoklopramidia, tietyyliperatsiinia ja proklooriperatsiinia (www.seasickness).

Sivuvaikutuksena näillä lääkkeillä on niiden aiheuttama väsymys. Se ei liene taisyntelutilanteessa kuitenkaan toimintakyvyn kannalta paras vaihtoehto. Eli merisairauden vaikutukset henkilöstöön tulee tiedostaa ja pyrkiä huomioimaan ne työtehtävien ja työympäristön suunnittelussa. Tässä tutkimuksessa ei ollut tarkoituksena selvittää kuka koehenkilöistä tulisi merisairaaksi. Purjehdusolosuhteita ei voi tilata etukäteen, ja tällä kertaa Itämeri oli armollinen. Merenkäyntiä ei ollut kuin nimeksi, joten tällä kertaa merenkäynnin vaikutuksia työn kuormitukseen ei saatu näkyville.

3.5.5. Unen puute

Hyvän fyysisen toimintakyvyn ylläpitämiseksi ihmisen elimistö tarvitsee riittävän määrän lepoa, unta ja oikeanlaista ravintoa palautuakseen erilaisista rasituksista. Väsymys alentaa toimintahalua ja suorituskyyä. Tuntemukset ovat samalla kertaa sekä henkisiä että ruumiillisia. Henkisten toimintojen sujuminen vaatii ainakin kohtalaista fyysistä kuntoa, riittävää ja terveellistä ravintoa sekä ennen kaikkea riittävää yöunta. Unen puute voi yksin lamauttaa ihmisen henkiset ja ruumiilliset toiminnot lähes täydellisesti. (PE-tervhuolto-os. 1998)

Vuonna 1995 tehdyn tutkimuksen perusteella, jo 1,5 tunnin univaje vuorokaudessa aiheutti 32%:n vajeen ihmisen valoisan ajan vireystilassa. Vuonna 2003 tehdyssä tutkimuksessa tutkittiin 14 vuorokauden aikana kolmen eri ryhmän välillä miten 4, 6 ja 8 tunnin yöunen vaikutuksia ihmisen kognitiiviseen suorituskyyyn. Keskeisin havainto oli, että 14 vuorokauden ajanjaksolla sekä 4 että 6 tunnin yöuni aiheutti lähes samankaltaisen väsymyksen kuin 2-3 yhtäjaksoisesti valvottua vuorokautta. 8 tunnin yöuni oli vertailun paras vaihtoehto. Ryhmällä, joka sai 8 tunnin yöunen koko 2 viikon ajan, havaittiin selkeästi vähiten väsymisoireita. (Dobie 2003).

Psykologi Matti Sorsan mukaan seitsemän vuorokauden aikana kasaantunut univaje vaikuttaa tilastollisesti merkittävällä tavalla valppauteen työn äärellä sekä muistitoimintoihin ja älylliseen suorituskyyyn. Univajeella on myös mielialaan kielteinen vaikutus. Väsymys ja suorituskyyyn heikkeneminen jatkuivat seitsemännen päivän jälkeenkin. Palautuminen tästä tasosta vaati kaksi täyttä yöunta. Aluspalveluksessa oltaessa vapaalla koko aikaa ei ole käytettävissä lepäämiseen eli nukkumiseen. Todellisuudessa merenkulkija ei saa enempää unta kuin aiemmin mainitut 4-5 tuntia.

Unen vähäisyys ja sen puute voivat aiheuttaa vielä vakavampiakin oireita kuin väsyminen. Yli kymmenessä tutkimuksessa on osoitettu kohonnut kuolleisuusriski vähän

nukkuvilla. Muita mahdollisia seurauksia ovat: lisääntynyt metabolinen oireyhtymän riski, lisääntynyt sokeritaudin riski ja lisääntynyt sydän- ja verisuonitautien riski. (Kronholm 2005).

Taistelualuksella yksi keskeinen ihmisen toimintakykyä rajoittava tekijä on unen puute. Aluksen työvuorojärjestelmä, kun aluksella on vain kaksi vahti, on kuluttava. Henkilöstö kuormittuu ensin oman työvuoronsa aikana normaalista ja tauon aikana kun pitäisi levätä, jopa palautua, onkin henkilöstöllä muita tehtäviä hoidettavanaan. Asiat sujuvat normaalitilassa, kun henkilöstö pääsee reilun neljän vuorokauden purjehduksen jälkeen viikonlopuksi kotiinsa lepäämään. Kolme, suurin piirtein normaalia yönä, palauttavat henkilöstön toimintakyvyn riittävälle tasolle. Tässä tutkimuksessa oli ensin tarkoitus tutkia myös yönunen määrän vaikutusta työstä kuormittumiseen. Ensimmäisellä purjehduksella kävikin ilmi, että alus ajaakin neljännesvahdeittain, joten koehenkilöille tulikin työtä vain neljä, kuusi tai kahdeksan tuntia vuorokaudessa. Ei aluksi tavoiteltu 12 tuntia töitä, 12 tuntia lepoa vuorokaudessa. Tulevissa tutkimuksissa, ja riittävän pitkissä purjehdusjaksoissa, tulee seurata henkilöstön unen pituutta ja laatua.

3.5.6. Säteily

Ionisoimatonta sähkömagneettista säteilyä on kaikkialla elinympäristössämme. Se koostuu vaikutuksiltaan useista erilaisista taajuus- ja aallonpituusalueista. Tällaisia ovat: ultraviolettisäteily, näkyvä valo, infrapunasäteily, laserlaitteiden säteily, radiotaajuinen säteily sekä staattiset ja pientaajuiset sähkö- ja magneettikentät. (Hietanen 2000)

Taistelualuksen tutkat, radiot ja erilaiset näyttöpäätteet ovat keskeisiä säteilylähteitä. Tutka-antennit lähettävät sähkömagneettista säteilyä (3 - 15 GHz) lyhyinä pulsseina. Tutka-antennit ovat sijoitettuna aluksen ohjaamon katolle tai mastorakenteisiin. Radioantennit ovat sijoitettu vastaavalla tavalla aluksen ylärakenteisiin. Tekniikkaa tulee aluksille koko ajan lisää, tämä aiheuttaa välttämättä lisääntyvää pientaajuista taustasäteilyä työympäristössä. Kiistattomia vaikutuksia terveyteen ei ole osoitettu, mutta epidemiologisten tutkimusten perusteella magneettikenttien on epäilty lisäävän syöpään sairastumisen riskiä. Tässä tutkimuksessa ei kerätty havaintoja sähkömagneettisesta säteilystä työpisteissä.

3.6. Komentosiltatyöskentely

Operatiivinen lähtökohta merellisille toimille on liike. Alusyksiköidemme tärkein ominaisuus on myös liike. Liikkuvilla alusyksiköillä pystytään luomaan tarvittava voiman painopiste, haluttuihin suuntiin, ratkaisevalla ajanhetkenä. Kaikissa merivoimien tehtävissä: aluevalvonnasta, meriliikenteen suojaamiseen ja hyökkäyksen torjuntaan tarvitaan liikkuvia aluksia.

Ohjaamon rooli aluksen liikuttajana on ratkaisevaa. Komentosillan henkilöstön saumaton yhteistoiminta on edellytys menestykselle operoinnille. Taistelujen toteuttamisen kannalta, asejärjestelmät ovat ratkaisevia. Alus on vain lavetti tai tavaran kuljettaja. Kuitenkin miinoitustehtävässä ohjaamon rooli on keskeistä. Miinojen pudotuspaikan on oltava tarkka. Käytettäessä ohjusaseita, ohjaamon rooli ei ole yhtä merkittävä. Eli valittu asejärjestelmä joko korostaa tai pienentää ohjaamon roolia ja tärkeyttä taistelussa.

Aluksen kyky ylläpitää mahdollisuus liikkeeseen on nykyaikaisen sodankäynnin ehdoton vaatimus. Taistelukentän koko pakottaa hyödyntämään koko alueen syvyyden. Aluksen toiminnassa (tehtävän täyttäminen) tämä tarkoittaa aktiivista siirtymistä, jolloin aluksen kannalta tärkeä merenkulku on kyettävä hoitamaan. Merenkulku on perimmältään samanlaisia suoritteita, joiden vaikeusaste vaihtelee olosuhteiden, reitin ja nopeuden mukaan.

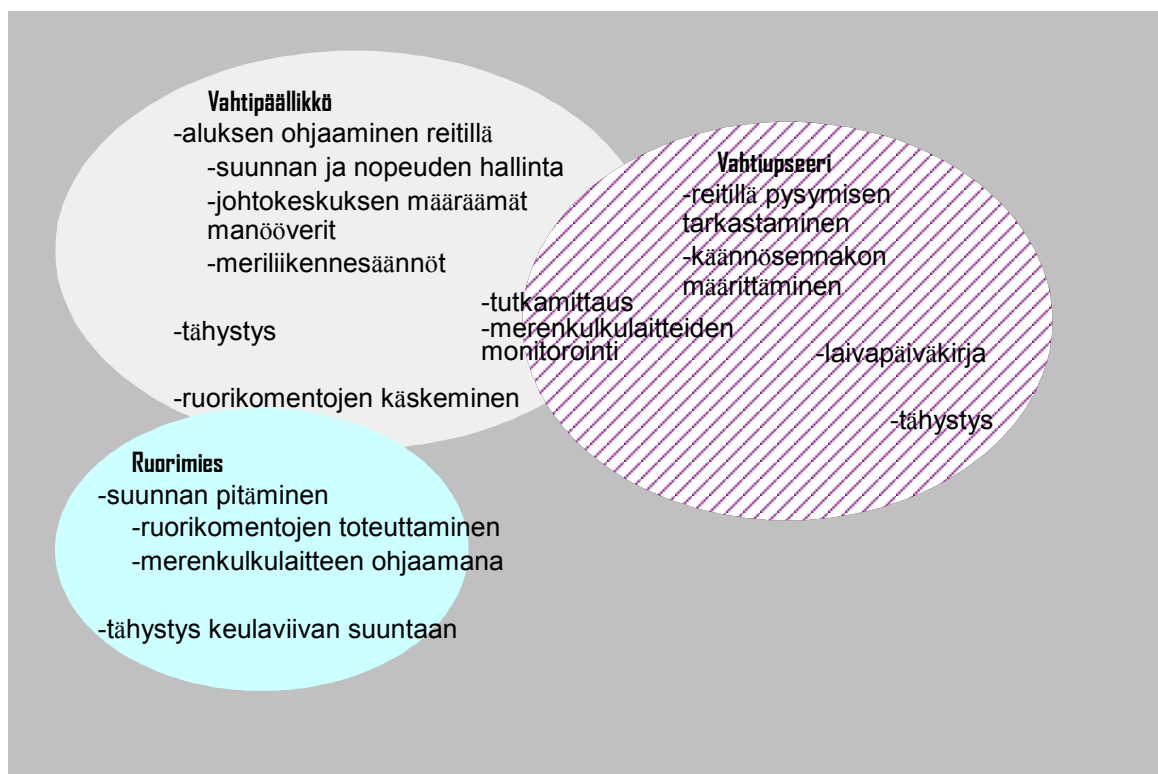
Aluksen komentosilta eli ohjaamo on paikka, josta alusta ohjailaan. Siellä merivahti-tehtävissä olevat on nimetty merenkulkuryhmäksi. Merenkulkuryhmän sisällä on ohjailuryhmä, johon kuuluvat: vahtipäällikkö, vahtipäällikköharjoittelijat ja merenkulkuupseerit. Ohjailuryhmä ohjailee eli kuljettaa alusta suunniteltua reittiä pitkin, jonka aluksen päällikkö on aiemmin käskennyt ja hyväksynyt (Merimiestaito 2000).

Merenkulkuryhmän kokoonpano vaihtelee alusluokan koosta riippuen. koostuu tyypillisesti vahtipäälliköstä, vahtiupseerista ja ruorimiehestä. Näiden lisäksi voi olla tähystäjiä ja merenkulkualiupseeri, jotka keventävät peruskokoonpanon työtä. Tehokkaan ryhmän ominaisuuksiin kuuluu, että sen jäsenet tarkkailevat toistensa toimintaa (Segal, LD. 1998) Aluksen ohjailuryhmä jakaa tietoa – vertaa sitä automaattisesti – ilmoittaa muille välittömästi, ohjailuun vaikuttavista virheistä tai merenkulun turvalli-

suutta vaarantavista tekijöistä. Kommunikoinnissa korostuu määrämuotoisen komentosiltatyöskentelyn merkitys: rutiininomaisesta poikkeava tekeminen kertoo ryhmätoverille, että tilanteessa on jotakin erilaista ja operaattorin kuormitusta lisäävää. Ryhmän tehoa arvioitaessa on pidettävä mielessä, että ryhmä koostuu yksilöistä, joiden henkilökohtainen työkuorma on pidettävä osateholla toimintakyvyn ylläpitämiseksi pitempikestoisessa suorituksessa (Bergström, Bengt . 1994).

Merenkulkuryhmä ja ohjailuryhmät työskentelevät sotilasmerenkulkuohjeen, laivapalvelusohjesäännön sekä alusluokkakohtaisen komentosiltatyöskentelyohjeen mukaisesti. Näiden konkreettinen ilmentymä on komentokieli, jonka mukaisesti toteutetaan eri tilanteiden vaatimat toimenpiteet. Samoin kuin ryhmän jäsenten toiminta ja käyttäytyminen on vakioitua, niin on myös heidän käyttämänsä kieli, komentokieli. (Merimiestaito 2000).

Seuraavassa kuvassa (kuva 12) on pelkistetty merivahdin henkilöstö ja heidän tehtävänsä. Tässä tutkimuksessa koehenkilöt toimiva vahtipäällikköharjoittelijana ja osa toimi ruorimiehinä.



Kuva 12: Perinteinen merivoimien aluksen työnjako merivahdissa

4. VERENKIERTOELIMISTÖN KUORMITTUMINEN JA SEN MITTAAMINEN

Työ aiheuttaa elimistölle ärsykkeen, johon se pyrkii sopeutumaan fysiologisten vasteiden avulla. Tällaisia vasteita ovat muun muassa sydämen syke, sydämen iskutilavuus, hengitysfrekvenssi, keuhkotuuletuksen määrä, happiosapaine, hormonaalisia muutoksia lisämunuaisissa ja niin edelleen. Kaikkien lueteltujen muuttujien tutkiminen ja selvittäminen työn kuormituksen yhteydessä eivät liene järkevää.

Elimistön toiminnassa hengitys- ja verenkiertoelimistö toimivat yhteistoiminnassa, tukien toistensa järjestelmiä. Järjestelmien säätelymekanismit ovat myös keskenään sidoksissa. Muuttamalla hengityselimistön elementtejä, vaikutamme myös verenkiertoelimistön toimintaan ja päinvastoin. Esimerkiksi hengitysrytmin pidättelemisen ilmenee nopeasti sydämen sykintänopeuden lisääntymisenä. Erilaisilla salpaustutkimuksilla päästään tarkastelemaan vain jommankumman järjestelmän käyttäytymistä. Normaaleissa kuormitustilanteissa molemmat järjestelmät vaikuttavat toisiinsa.

Sykerekisteröintiä on käytetty jo pitkään fyysisen aktiviteetin arvioinnissa. Erityisesti jos energiankulutusta ei voida suoraan mitata (Goldsmith ym.1967). Tarkin menetelmä energiankulutuksen mittaamiseen on suora kalorimetria, joka perustuu vapautuneen lämpöenergian mittaamiseen. Lämmöntuoton mittaaminen ilmatiiviissä kalorimetrissä on vaikeaa kalleutensa ja epäkäytännöllisyytensä vuoksi. Laboratorioolosuhteiden luominen työpaikoille ja vastaaviin mittaustilanteisiin ei ole järkevää.

Sydämen syke on suosituin kenttäolosuhteisiin soveltuva menetelmä. Se ei kuitenkaan poista niitä ongelmia, mitä sykkeeseen perustuvissa menetelmissä on. Matalan kuormitustason suorituksissa sekä dynaamisesti vaihtelevan tason suoritusten energiankulutusten arvioinnissa pelkästään sykkeen perusteella on puutteita. Parhaiten syke kuvaa kohtuullisen, tasaisen kuormituksen energiankulutusta ja kuormittavuutta (McArdle ym. 2001).

4.1. Energia-aineenvaihdunnan perusteet ja hapenkulutuksen mittaaminen

Elimistö ja sen solut saavat tarvitsemansa energian korkeaenergisistä yhdisteistä, adenosiniitritrifosfaatista (ATP). ATP:ssä on kolme fosfaattimolekyyliä. Näistä kaksi molekyyliä ovat yhdistyneet niin sanotulla ”korkeaenergisellä” sidoksella, joka aue- tessaan vapauttaa energiaa kohdesolussa ja sen käyttöön. ATP muuttuu ADP:ksi (adenosiinidifosfaatti), yhden fosfaattimolekyylin irrotessa, ja AMP:ksi (adesiini- monofosfaatti) toisen molekyylin irrottua. ATP on hyvin rajallinen energianlähde so- lussa ja sitä riittää vain sekunneiksi. Onneksi sen uudelleenmuodostuminen on myös tarvittaessa nopeaa. Elimistön kreatiinifosfaatin (KP) hajotusprosessi aikaansaa uutta ATP:ta. Näistä välittömistä energialähteistä saatava energia riittää 10 – 20 sekunnin mittaiseen maksimaaliseen suoritukseen. (Guyton & Hall 1996).

Toinen nopea tapa muodostaa ATP:tä on glykolyysi, jossa lihasten glykokeenistä tai veren glukoosista muodostetaan energiaa. Tämäkin prosessi tapahtuu solun sisällä eli solujen solulimassa (sytoplasmassa). Anaerobisessa glykolyysissä syntyy aineen- vaihduntatuotteena laktaattia eli maitohappoa. Maitohappo on happo joka hajoaa elimistön nesteaitioissa laktaatiksi ja vety-ioneiksi (H⁺). (Campbell 1995.)

Pitempiaikaiseen ATP:n tuottoon päästään oksidatiivisten reaktioiden, sitruunahap- pokierron (Krebsin sykli) sekä elektroninsiirtoketjun ja oksidatiivisen fosforylaation kautta. Pääasiallisin energianlähde ovat hiilihydraatit. Niistä voidaan tuottaa energiaa sekä aerobisesti että anaerobisesti. Muita energian lähteitä ovat rasvat ja proteiinit, jotka myös voidaan pilkkoa energiaksi.

Kolmas energiantuottomekanismi on siis hapen avulla tapahtuva ravintoaineiden pilkkominen solujen mitokondrioissa, eli aerobinen energianmuodostus. Tässä reak- tiossa ravintoaineet palavat täydellisesti hiilidioksidiksi (CO₂) ja vedeksi (H₂O) ja ATP:tä muodostetaan huomattavasti enemmän kuin glykolyysissä. (McArdle ym. 2001).

Aerobinen energianmuodostus on pääasiallinen energianmuodostustapa suurim- massa osassa ihmisen fyysisiä aktiviteetteja normaaliolosuhteissa (Åstrand & Rodahl 1986). Käytettävät energiantuottomekanismit riippuvat fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä, sen kestosta sekä kuormitusvaiheesta. On selvää, että pitkäkestoisis- sa suorituksissa käytetään aerobista energianmuodostusta. Samoin suurta tehoa

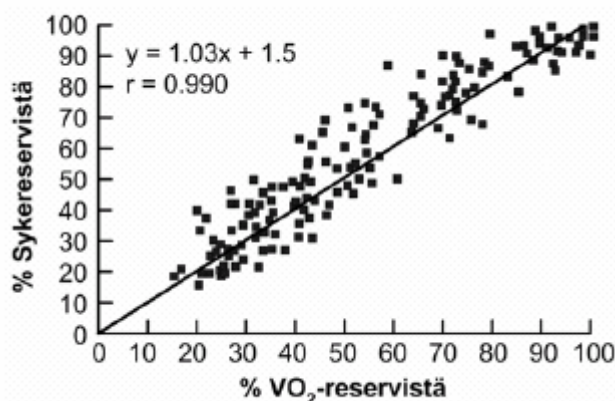
vaativissa suorituksissa käytetään anaerobisia energialähteitä ja anaerobista energiantuotantoa.

Kuormituksen alussa ja ylipäänsä kuormituksen tehon noustessa syntyy kuitenkin happivajetta (O_2 deficit). Tällöin hapen avulla tapahtuva energiantuotanto ei ehdi tuottamaan riittävästi ATP:ta, jotta työtehoa pystyttäisiin ylläpitämään halutulla tasolla. Aivan suorituksen alussa soluissa on kuitenkin suhteellisen runsaasti ATP:ta. Osa tästä energiasta käytetään suorituksen ensimmäisinä sekunteina kompensoimaan hetkellistä energia- ja happivajetta. (Åstrand & Rodahl 1986)

Energiankulutuksen mittausmenetelmät jaetaan fysiologisiin ja käyttäytymisen havainnointiin perustuviin menetelmiin. Fysiologiaan perustuvissa mittausmenetelmissä tulos saadaan mittaamalla jotakin kehon fysiologista suuretta, jolla on yhteys elimistön aineenvaihdunnan tasoon. Käyttäytymiseen perustuvissa mittausmenetelmissä tulos saadaan seuraamalla havaittua käytöstä. Osa menetelmistä mittaa tai arvio energiankulutusta vain summana tietylle ajanjaksolle. Osa menetelmistä seuraa fysiologisia suureita jatkuvasti. Oleellinen menetelmien välinen ero on niiden käytettävyydessä. Osa menetelmistä edellyttää laboratorio-olosuhteita kun joillakin menetelmillä voidaan mitata päivittäistä energiankulutusta kenttä-olosuhteissa.

Hapenkulutuksen ja ulkoisen työtehon välinen suhde on lähes lineaarinen aina lepotilasta maksimaaliseen steady-state tehoon (anaerobiselle kynnykselle) saakka (Åstrand & Rodahl 1986). Täten steady-state hapenkulutus on hyvä mittari tasatehoisen kuormituksen intensiteetille (Kuva 13. Sykkeen ja hapenkulutuksen välinen suhde steady-state työssä). Kuormituksessa, jossa aktiivisuus on jaksottaista, intensiteettiä ei voi arvioida luotettavasti mittaamalla ainoastaan hapenkulutusta, koska aerobiset energiantuottojärjestelmät eivät ehdi lyhyessä ajassa sopeutua ulkoisen työtehon tasalle (Hopkins 1991.) Aerobinen energiantuottojärjestelmä sopeutuu keskimäärin kahdessa minuutissa uudelle vaatimustasolle (McArdle ym. 2001).

A)



Kuva 13. Sykkeen ja hapenkulutuksen välinen suhde steady-state työssä PP-ergometrillä (Swain & Leutholtz 1997).

Kaikki energiaa vapauttavat reaktiot kehossa riippuvat loppujen lopuksi hapestä. Hapen (VO₂) sekä hiilidioksidin tuottoa (VCO₂) voidaan mitata hengityskaasuanalysaattorilla. Selässä tai muuten kannettavat analysaattorit mahdollistavat kaasujen-vaihdon seurannan ja mittaukset myös laboratorioden ulkopuolella. Mittauksen kulku voisi olla seuraava: koehenkilö työskentelee normaalisti työpaikalla, pitäen yllään tai mukaan hengityskaasuanalysaattoria. Sähköisen tallennuksen jälkeen hänen hengittämästään ilmasta lasketaan hänen käyttämänsä absoluuttinen happimäärä. Kyseinen hapenkulutus voidaan muuntaa suoraan kulutetuksi energiamääräksi (McArdle ym. 2001).

Hapenkulutuksen käyttö energiankulutuksen arvioinnissa on hyvin toistettava menetelmä kuormituksen intensiteetin arvioinnissa. Danielsin ym. (1984) tutkimuksessa submaksimaalisen juoksun hapenkulutus vaihteli yksittäisillä koehenkilöillä keskimäärin 1,5 ml/kg/min, eli 2,86%. Tutkimuksessa koehenkilöt suorittivat kyseisen juoksun 15 kertaa puolen vuoden sisällä. Keskimääräinen hapenkulutus oli 52,5 ml/kg/min. Maksimaalisen hapenottokyvyn vaihtelu, noin viisi prosenttia, hieman lisää kyseisen tutkimuksen virhettä. Se ei kuitenkaan poista menetelmän toistettavuuden hyvyttä. (Daniels, Scardina, Hayes & Foley 1984)

Mikäli on tarkoitus seurata pidemmän ajanjakson energiankulutusta, käytetään ”kaksoismerkityn veden” menetelmää. Menetelmässä koehenkilölle annetaan tietty annos isotoopeilla merkittyä vettä (2H₂O, H₂ ¹⁸O). Tutkimuksen aikana seurataan isotooppien poistumista veden ja hiilidioksidin muodossa virtsasta. Hapen kulutus saadaan

laskutoimituksilla hiilidioksidin määrästä (Speakman 1998.) Menetelmä sopii useiden päivien kokonaisenergiankulutuksen määrittämiseen.

Käytännöllisempiä kenttätason mittareita tai menetelmiä ovat erilaiset liike- ja kiihtyvyyssanturit. Ne mittaavat kehon eri osien liikkeitä tai esimerkiksi askelmittareilla mitattavat koehenkilön ottamat askeleet. Tällaiset menetelmät ovat kohtuullisesti yhteydessä energiankulutukseen. Kyseisten välineiden ja menetelmien ongelmina ovat tilanteet, joissa kehon liikettä vastustaa jonkin voima (ylämäki, tuuli, staattiset suoritukset). (Melanson & Freedson 1995.)

Kehon fysiologisiin suureisiin perustuvia mittoja, kuten esimerkiksi ydinlämpötilaa, ventilaatiota ja sykettä käytetään myös energiankulutuksen arvioinnissa. Aiemmissa menetelmissä niiden virhemarginaali jäi liian suureksi. Yksittäisinä asioina ventilaatiolla oli havaittu korkea korrelaatio hapenkulutuksen kanssa. Hyvä yhdistelmä olisi menetelmä, joka mittaisi samanaikaisesti sekä sykettä, että hengitysfrekvenssiä. (Lamonte & Ainsworth 2001).

Uusimmilla menetelmillä ja ohjelmistoilla hengitysfrekvenssi voidaan arvioida kohtuullisen luotettavasti sykevaihtelusta (Kettunen & Saalasti 2002). Laitevalmistajat ja ohjelmistoyrittäjät pyrkivät yhdessä kehittämään luotettavan hapenkulutuksen tai energiankulutuksen mittalaitteen, joka olisi helppo käyttää. Kinnusen ja Nissilän (2003) patentissa energiankulutuksen laskemisen yhtälö luodaan henkilökohtaisesti käyttäjälle. Menetelmä edellyttää tietoa maksimaalisesta hapenottokyvystä, jonka jälkeen käyttäjälle luodaan eri sykealueille lineaariset energiankulutuskäyrät. Menetelmässä sykkeen alarajana on noin 80 lyöntiä minuutissa. (Kinnunen & Nissilä 2003).

Kaikissa energiankulutuksen mittauksen menetelmissä ja välineiden käytössä in muistettava, että mittauslaitteisto ja mittaustilanne voivat muuttaa yksilön käyttäytymistä ja siten tuoda lisäkuormitusta mittaukseen (Lamonte & Ainsworth 2001).

Teknologian kehittyminen ja narsistisen nykyihmisen tiedonjano omasta suorituskyvystä ovat luoneet markkinaraon, jota hyvinvointiteknologian yritykset yrittävät kilvan täyttää. Tavoitteena lienee laite, jonka ihminen laittaa ylleen, tai ottaa mukaansa. Pidettyään laitetta päivittäisissä rutiineissaan hetken mukaan, se voisi ilmoittaa käyttäjälle hänen energiankulutuksensa, sen hetkisen suorituskyvyn ja kuormittumisen, mahdollisesti antaa ohjeen liikkumisesta tai lepäämisestä, kumpi sitten laitteen mie-

lestä on henkilölle sillä hetkellä tarpeellisempaa. Henkilö voi pitää laitetta mukanaan jatkuvasti, kuten rannekelloa tai matkapuhelinta. Hänellä on silloin mahdollisuus saada laitteen antamat muistutukset tai suositukset vuorokautisesta, viikoittaisesta tai johonkin suoritukseen liittyvästä harjoittelusta. Kuvattua laitetta + ohjelmistoa + palvelua ei vielä ole myynnissä, mutta kenties hyvinkin pian.

4.2. Autonominen hermosto

Fyysinen kuormitus aiheuttaa elimistölle ärsykkeen johon se pyrkii sopeutumaan. Sopeutuminen ilmenee pääasiassa autonomisen hermoston säätelminä hermostolisina ja hormonaalisina muutoksina. Näitä muutoksia aikaansaavat aivojen hypotalamus ja hypofyysi sekä elimistön erittämät stressihormonit.

Ihmisen hermosto jaotellaan keskushermostoon ja ääreishermostoon. Ääreishermostossa on sensorisia (afferentteja) ja motorisia (efferenttejä) neuroneja. Sensoriset neuronit vievät tietoa ääreishermostosta aivoihin päin, (eli aistivat) ja motoriset neuronit vievät ”käskyjä” aivoista ääreishermostoon, lihaksiin ja rauhasiin. Luurankolihas ten toimintaa ohjaavaa motorista ääreishermoston osaa kutsutaan somaattiseksi hermostoksi, kun sileitä lihassoluja (muun muassa sydäntä) ja sisäelimiä säätelevä hermoston osaa kutsutaan autonomiseksi hermostoksi. (Guyton & Hall 1996).

Autonomisen hermoston tehtävänä on säädellä sydäntä ja muita sisäelimiä. Sen toimintaan voidaan vaikuttaa tahdonalaisesti vain välillisesti. Autonomisen hermoston avulla säädellään elimiä ja toimintoja, jotka ovat kriittisiä elimistön homeostasian säilymisen kannalta. Autonominen hermosto säätelee mm. sydämen sykettä, verenpainetta, ruuansulatuselimistön toimintaa ja eritystä, virtsarakon tyhjenemistä, hikoilua, kehon lämpötilaa sekä monia muita toimintoja. (Guyton & Hall 1996)

Autonomisen hermoston toiminta perustuu refleksikaareen. Sisäelinten reseptoreissa syntyvät impulssit kulkevat keskushermostoon sensorisia neuroneja myöten. Keskushermosto käsittelee informaation eri tasoillaan ja palauttaa ”käskyn” tai ohjauskomennon motorisia (efferenttiä) neuroneja pitkin kohde-elimille. (Sovijärvi ym. 1994)

Autonominen hermosto jakautuu anatomisesti ja fysiologisesti kahteen osaan, sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Molemmat hermoston osat hermotta-

vat osin samoja elimiä ja ovat aktiivisia samanaikaisesti. Pääsääntöisesti parasympaattisen hermoston stereotyyppiset elintoimintatavat ja sen välittämät vaikutukset ovat vastakkaisia sympaattisen hermoston vaikutuksiin. Sympaattinen hermosto lisää aineenvaihduntaa ja valmistaa elimistöä kohtaamaan ulkopuolisia haasteita. Sympaattisen ja parasympaattisen hermostuksen, ”käskytyksen”, suhteellinen voimakkuus kohde-elimessä ratkaisee sisäelimen toiminnan. (Sovijärvi ym. 1994)

4.2.1. Parasympaattinen hermosto

Parasympaattisen hermoston hermosyyt kulkevat pääosin kahdessa vagushermostossa (noin 75 %). Parasympaattisia hermosyitä on sydämessä ja verisuonissa vähän ja ruuansulatuselimissä paljon. Kyseisen hermoston vaikutus on yleensä suurempi leväyttäessä. Parasympaattisen hermoston vaikutuksesta sydämen syke hidastuu leväessä ja ruuansulatuselinten toiminta kiihtyy. Ilman parasympaattisen hermoston vaikutusta, sydämen luonnollinen rytmi olisi noin 110-120 lyöntiä minuutissa (Rowell 1993). Parasympaattinen hermosto vaikuttaa vain muutamaan elimeen kerrallaan ja sen välittäjäaineena toimii asetyylikoliini. (Vanninen 1992).

Parasympaattisen hermoston toiminnalla on merkityksensä myös fyysisen rasituksen aikana. Rasituksen alkaessa, niin sanottu ”nopea sykkeen nousu” tapahtuu parasympaattisen aktivaation laskiessa (Rowell 1993). Samoin sydämen iskutilavuuden hetkellisissä lisäyksissä parasympaattinen aktiivisuus pienenee. Parasympaattisen aktiivisuuden tasoa pidetään hermoston toiminnallisen kapasiteetin kuvaajana. (Porges & Byrne 1992).

4.2.2. Sympaattinen hermosto

Sympaattisen hermoston hermosyyt levittäytyvät selkäytimestä sydämeen, maksaan, sileään lihaskudokseen rasvakudokseen sekä sisä- ja ulkoeritysrauhasten soluihin, kaikkialla elimistössä. Eli se on laajemmin levinnyt järjestelmä kuin parasympaattinen hermosto. Pääasiallisena välittäjäaineena toimii noradrenaliini. Lisämunuaisten ydinosat muodostuvat erikoistuneista sympaattisista hermosoluista, jotka vapauttavat metyloitua noradrenaliinia (adrenaliinia) suoraan verenkiertoon. (Galbo 1992)

Sympaattinen hermosto säätelee useimpia elintoimintoja, parantaen elimistön fyysistä suorituskkyä. Se aktivoituu erilaisesta stressistä sekä fyysisesti vaativista tilan-

teissa. Elimistön "valmistautuessa taisteluun" sympaattisen hermoston aktiivisuus lisää muun muassa sydämen sykintätaajuutta ja verenpainetta, laajentaa keuhkoputkia sekä lisää adrenaliinin eritystä lisämunuaisista. (Loewy 1990) Fyysisen rasituksen aikana sympaattisen hermoston osuus nousee merkitseväksi sydämen syketason noustessa yli 100 lyöntiin minuutissa, jolloin parasympaattinen aktiivisuus on hävinnyt (Rowell 1993).

Sympaattinen hermosto vaikuttaa lisäksi muiden hormonien eritykseen. Haiman insuliinin erityks pienenee sympaattisen aktiivisuuden seurauksena. Munuaisten reniini-entsyymien erityks lisääntyy ja sitä kautta lisääntyy myös aldosteroni- hormonin erityks. Sympaattiseen aktiivisuuteen ja aivolisäkkeen eritykseen vaikuttavat aivojen korkeammat integroivat neuraaliset keskukset (esim. hypothalamus). (Galbo 1992.)

4.3. Sydämen ja verenkiertoelimistön toiminnan säätely

Verenkiertoelimistön keskeisin tarkoitus on turvata kudosten hapensaanti. Se toteutetaan säätelämällä verenpainetta ja verenkierron jakautumista kudoksiin. Autonominen hermosto ohjaa verenkiertoelimistön toimintaa hermostollisesti ja hormonaalisesti.

Sydämen sisäinen sykintätaajuus syntyy sinussolmukkeessa. Sinussolmukkeen antamaa sydämen supistuskäskyä joko kiihdytetään tai hidastetaan tarpeen mukaan vasomotorisen keskuksen säätelyllä. Vasomotorinen keskus on hallitsevampi verenkierron säätelykeskuksista. Se jaetaan kiihdyttävään "pressor-alueeseen" ja hillitsevään "depressor-alueeseen". Se sijaitsee aivosillassa, ollen osa aiemmin mainittua refleksikaarta. Tiedon elimistön tilasta, esim. verenkierrosta, nivelistä ja lihaksista sekä korkeamman aivokuoren osista vasomotorinen keskus saa joko afferentteja hermoratoja pitkin tai humoraalisia teitä verenkierron välityksellä. Tunnetiloja käsittelevä limbinen järjestelmä vaikuttaa hypothalamuksen kautta myös vasomotoriseen keskukseen. Käskyt vasomotorisesta keskuksesta sydämeen välitetään autonomisen hermoston välityksellä sympaattisia ja parasympaattisia hermosyitä pitkin. (Guyton & Hall 2000)

Toinen verenkiertoelimistöä säätelevä keskus on kardioinhibitorinen keskus. Se sijaitsee ydinjatkoksessa ja säätelee sydämen toimintaa parasympaattisen hermostuksen kautta. (Vanninen 1992).

4.3.1. Verenkiertoelimistön autonomiset refleksit

Keskushermoston käskytyksellä, vasomotorisen keskuksen kautta, luodaan perusraamit verenkierron kuormitusvasteelle. Sitä hienosäädetään baroreseptorirefleksin sekä kemo- ja mekanorefleksien avulla.

Baroreseptorirefleksissä aortassa kaarella ja sinuspoukamassa olevat verenpainereseptorit aktivoituvat verenpaineen noustessa. Vasomotorinen keskus reagoi reseptoreiden aktivoitumiseen ja ehkäisee (inhiboi) sympaattisten impulssien pääsyä sydämeen ja verisuoniin. Verenpaineen laskiessa refleksi aiheuttaa päinvastaisen reaktion, eli sympaattisen hermoston aktivoitumisen ja parasympaattisen aktiivisuuden laskun. (Sovijärvi 1994).

Aortan kaarella ja sinuspoukamassa sijaitsevat kemoreseptorit aistivat veren happisaturaatiota, vety-ioni-pitoisuutta ja hiilidioksidipitoisuutta. Reseptorien aktivoituessa ja tiedon välityttyä vasomotoriseen keskukseen, aikaansaa se sympaattisia käskyjä ja siten verenpaineen nousua. Tämä kemorefleksi ei vaikuta verenkiertoelimistön säätelyyn yhtä paljon kuin barorefleksi. (Guyton & Hall 2000).

4.3.2. Sykkeen säätely

Autonominen hermosto säätelee sykkeen nopeutta ja sydämen supistustehoa. Sympaattinen hermosto lisää sydämen aktiivisuutta, joka tapahtuu sykkeen kiihtymisenä ja sydämen supistusvoiman kasvamisena. Parasympaattinen (vagus) hermosto taas vastaavasti laskee sykettä. (Guyton & Hall 2000.)

Parasympaattisen hermoston vaikutus sydämeen ja sitä kautta sykkeeseen tapahtuu asetyylikoliini hormonin vapauduttua kiertäjähermon päätteistä. Asetyylikoliini hidastaa sekä sydämen rytmiä sinussolmukkeessa että sydänimpulssin siirtymistä eteenpäin kammioihin. Heikko tai keskinkertainen parasympaattinen ärsyke hidastaa sydämen sykettä usein puoleen normaalista. Vahva parasympaattinen stimulus voi pysäyttää kokonaan sinussolmukkeen rytmin. Kammiot lopettavat supistuksensa 5 - 20

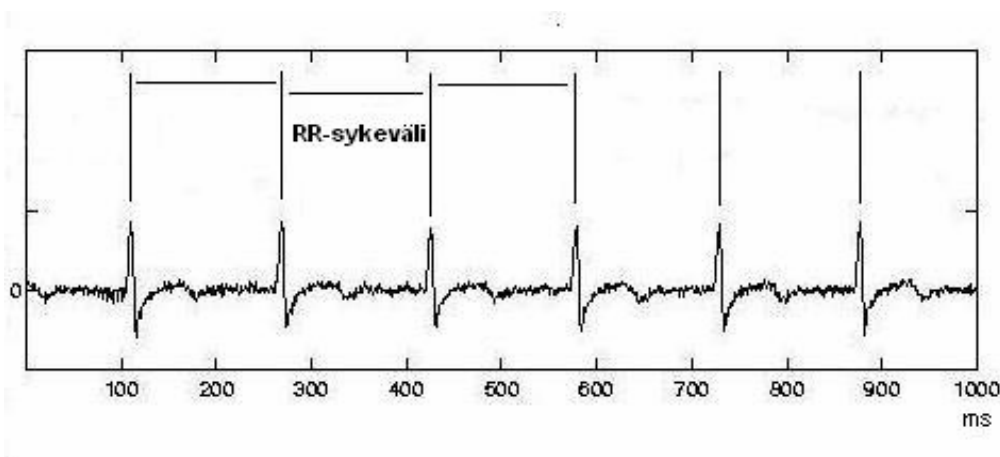
sekunniksi, mutta kehittävät rytmin uudelleen, joka saa kammiot supistumaan, hitaalla 15 - 40 sykäystä minuutissa rytmillä. Ilmiön nimityksenä on: kammion korvausrytmi. (Guyton & Hall 2000)

Sympaattinen hermosto saa aikaan sydämessä vastakkaisen reaktion kuin parasympaattinen ärsyke. Sympaattinen ärsyke lisää sydämen kokonaisaktiivisuutta. Impulsien nopeus sinussolmukkeessa lisääntyy, sekä sykäyksen tuotto ja kiihtyvyys paranevat sydänlihaksen kaikissa osissa. Lisäksi sydämen supistusvoima lisääntyy sekä eteisissä että kammioissa. Maksimaalinen sympaattinen ärsyke voi lähes kolminkertaistaa sydämen syketaajuuden ja voi lisätä sydämen supistusvoiman kaksinkertaiseksi. (Guyton & Hall 2000)

4.4. Sykevariaatio.

Sykevälivaihtelu eli sykevariaatio on peräkkäisten sydämenlyöntien välisten aikaerojen vaihtelua. Se heijastaa autonomisen hermoston ja muiden fysiologisten säätelyjärjestelmien vaikutusta sydämen toimintaan. Sykevariaatio on pääosin ihmisen autonomisen hermoston säätelemää ja siihen vaikuttavat mm. hengitys, verenpaine ja elimistön lämpö. Sykevariaatio on suurinta levossa ja pienenee rasituksen kasvaessa. (Hayashi ym. 1997, Laitio ym. 2001).

Kuva 14 Esimerkki R-R-intervallista eli sykevälistä



Elimistö säätelee tarkkaan sydämen toimintaa ja sydämen sykevälivaihteluun vaikuttaa useat eri tekijät. Tähän vaihteluun vaikuttaa eniten, autonomisen hermoston tasapaino, sympaattisen ja parasympaattisen hermoston ärsytys. Sydämen sykevaih-

lu heijastaa sydämen autonomisen hermoston toimintaa ja sitä voidaan käyttää epäsuorana autonomisen hermoston tilan mittarina. (Hautala 2004; Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M. & Jalonen, J. 2001).

Parasympaattinen hermosto aiheuttaa sykkeeseen pääasiassa korkeataajuisia (HF) vaihtelua, mutta sillä on jonkun verran vaikutusta myös matalataajuisella alueella. Korkeataajuisia sykevariaatiota säätelevät pääasiassa keuhkojen reseptorit ja osittain myös keskushermosto. HF vaihtelu muodostuu 3 - 8 sekunnin välein toistuvista hengitysvaiheista, joita seuraavat sydämen lyönnit. Ilmiötä kutsutaan respiratoriseksi sinusarytmiaksi. (Casadei ym. 1995).

Sympaattinen hermosto aiheuttaa vaihtelua sykevälivaihtelun matalataajuiseen puoleen hitaamman luonteensa takia. Matalataajuisia sykevariaatiota (LF, 0,05 - 0,14 Hz) säätelevät sydämen ja verisuoniston mekaaniset ja kemialliset reseptorit. Vaikutukset ovat havaittavissa myös verenpaineen lyhyen aikavälin muutoksissa (Huikuri ym. 1995, Laitio ym. 2001)

Erittäin matalataajuinen kaista (VLF, 0,0033 - 0,04 Hz) muodostuu 25 sekunnin ja 5 minuutin välillä tapahtuvista muutoksista. Kyseisen alueen fysiologinen tausta on hieman epäselvä, mutta elimistön lämmönsäätelyllä ja ääreisverisuoniston laajenemisella on vaikutusta kyseiselle alueelle. (Hautala 2004).

Eräät muutokset tapahtuvat vielä hitaammassa rytmissä ja tätä taajuusaluetta kutsutaan ultra-matalataajuisiksi kaistaksi (ULF, < 0,0033 Hz). Tällöin muutokset näkyvät yli viiden minuutin aikajaksoissa. Edelleen myös ultra-matalataajuisen kaistan fysiologinen tausta ei ole tarkkaan selvillä. Eri tutkijat ovat mieltäneet ja yhdistäneet siihen useita vaikuttavia komponentteja. Voimakkaimmin siihen vaikuttanee vagaalinen aktiivisuus. Osa tutkijoista painottaa kuitenkin enemmän lämmönsäätelyn tai jopa päivittäisen fyysisen aktiivisuuden merkitys. (Hautala 2004).

Sykevariaatio vaihtelee iän myötä. Se lisääntyy lapsilla autonomisen hermoston kehittymisen aikana. Suurimmillaan sykevälivaihtelu on nuorilla aikuisilla, jonka jälkeen se alkaa vähentyä merkittävästi vanhetessa ja syke onkin selkeästi säännöllisempää vanhuksilla kuin nuoremmilla. Sykevariaatio vaihtelee terveillä ihmisillä huomattavasti myös vuorokauden ajan mukaan. (Gregoire ym. 1996, Huikuri ym. 1995, Pikkujämsä 1999.)

Sykevaihtelu - sykevälivaihtelu – sykevariaatio, rakkaalla lapsella on monta nimeä. 1990-luvulla alkanut sykevälitiedon analysointi ja ohjelmistojen kehittäminen jatkuvat edelleen. Kuormituksen analysoinnin kannalta, on lähes päästy yksimielisyyteen kansainvälisesti, mitä tietoa sykevälidatasta voidaan saada. Tällä hetkellä syketiedon avulla samasta sykeedatasta saadaan analysoitua hengitysrytmi ja sen osuus kuormituksessa. Sykkeen, hengitysrytmin, sykevälin vaihtelevuuden tai epärytmisyyden mukaan voidaan arvioida henkilön fyysistä kuormittumista ja lisäksi autonomisen hermoston tilaa ja kapasiteettia, kenties nimikkeellä stressiä.

Tässä tutkimuksessa koehenkilöt pitivät sykemittaria yllään läpi vuorokauden. Koska tarkoitus oli tarkastella vain yksittäisten työtehtävien kuormittavuutta, huomioitiin sykeedatasta vain heidän työskentelyaikansa ja sen kuormittavuus. Jatkotutkimuksissa voidaan nyt kerättyä dataa käyttää lisääaineistoina, kun arvioidaan aluspalvelun kokonaiskuormittavuutta.

5. TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää valittujen työtehtävien kuormittavuus verenkiertoelimistölle. Samalla suoritetaan työn havainnointia ja kuvataan tarkemmin aluksilla suoritettavien työtehtävien sisältöjä.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Miten verenkiertoelimistö kuormittuu aluspalveluksessa?
2. Millaiseksi työntekijät kokevat fyysisen kuormittumisen työjakson aikana?
3. Millainen osuus fysikaalisilla kuormitustekijöillä on kuormittumisessa?
(lämpötila ja aluksen liike)

Valitut työtehtävät ovat: Tähystäjän tehtävä

Ruorimiehen tehtävä

Koulutus aluksella

Ohjailija ja ohjailijan apulainen

Pääongelma on verenkiertoelimistön kuormittuminen valituissa tehtävissä.

Työn havainnointi ja suoritettujen työliikkeiden kuvaus ja litterointi ovat oleellinen osa tutkimusta.

6. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää aluspalvelun kuormittavuutta verenkiertoelimistölle ja millaiseksi kuormitukseksi työntekijät aluspalvelun kokivat. Tutkimuksen alkuluvuissa sidottiin sotilaallinen työ yleiseen työelämän viitekehykseen ja esitettiin olemassa olevia malleja toimintakyvystä, työkyvystä, työn kuormittavuudesta ja kuormituksen mittaamisesta. Näiden mallien ja näkökulmien kautta löytyi näkemys siitä, mitkä osatekijät olivat tärkeitä. Luvuissa kolme ja neljä paneuduttiin aihepiirin teknisiin yksityiskohtiin. Aluspalveluksen rutiinit ja fysiologiset menetelmät haluttiin tuoda lukijalle selväksi, jotta hän ymmärtää toimintaympäristön jossa työskenneltiin. Selvitys aiemmista tutkimukset toimialalta osoitti, että merenkulkuala on niin perinteinen, ettei juuri kukaan ollut tutkinut sitä. Tämä jätti tutkimuksen suuntaamisen tutkijan vastuulle, sillä tutkittavien asioiden kenttä oli täysin vapaa. Lähtökohtana oli suorittaa perustutkimusta, yksinkertaisilla menetelmillä. Tutkimus on osiltaan kartoittava ja kuvaileva.

6.1. Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt rekrytoitiin Merisotakoulun kadettien keskuudesta. Tärkein valintakriteeri oli kadettien tehtävät aluksella. Koehenkilöiksi valittiin kuusi ensimmäisen vuosikurssin kadettia, koska tarkoituksena oli tutkia miehistötason tehtävien kuormittavuutta. Heillä oli mittauksien alkaessa takanaan noin 3 – 4 kuukauden palvelus merivoimien aluksilla. Näin ollen heidän kokemuksensa aluspalvelusta vastasi merivoimissa palvelevia varusmiehiä. Vertailupohjaksi miehistötason tehtäville valittiin komentosillalla työskenteleviä ohjailuryhmän tehtävissä palvelevia 2-3. vuosikurssin kadetteja, jotka toimivat päällystötehtävissä.

Kaikille koehenkilöille yhteinen valintakriteeri oli terveydentila siten, että he pystyivät osallistumaan mittauksiin ja testeihin sekä aluksella, että maissa. Kaikki koehenkilöt olivat miehiä ja vapaaehtoisia tutkimukseen. Liitteessä 1. Suostumus kaavake. Kaavake oli samalla esitietojen keräyslomake, jolla saatiin koehenkilöiden yhteys- ja perustiedot.

Muuttuja	Kaikki N = 10 ka ± sd	Miehistötehtävät N = 6	Päällystötehtävät N = 4
Ikä	23,60 +/- 1,713	23,17 +/- 1,722	24,25 +/- 1,708
Paino	84,150 +/- 7,1026	84,58 +/- 8,697	83,50 +/- 4,933
Pituus	185,10 +/- 3,929	183,33 +/- 3,670	187,75 +/- 2,872
BMI	24,580 +/- 2,0612	25,233 +/- 2,4254	23,600 +/- 0,8981
VO2max (ml/kg/min)	51,270 +/- 3,7488	50,133 +/- 4,4590	52,975 +/- 1,6008
VO2max (l/min)	4,2960 +/- 0,27850	4,2150 +/- 0,32229	4,4175 +/- 0,16358
Liikunta-aktiivisuus t/vko	2-3 tuntia /vko	2-3 tuntia /vko	2-3 tuntia /vko
Max työteho (W)	324,000 +/- 21,7460	317,33 +/-24,857	334,00

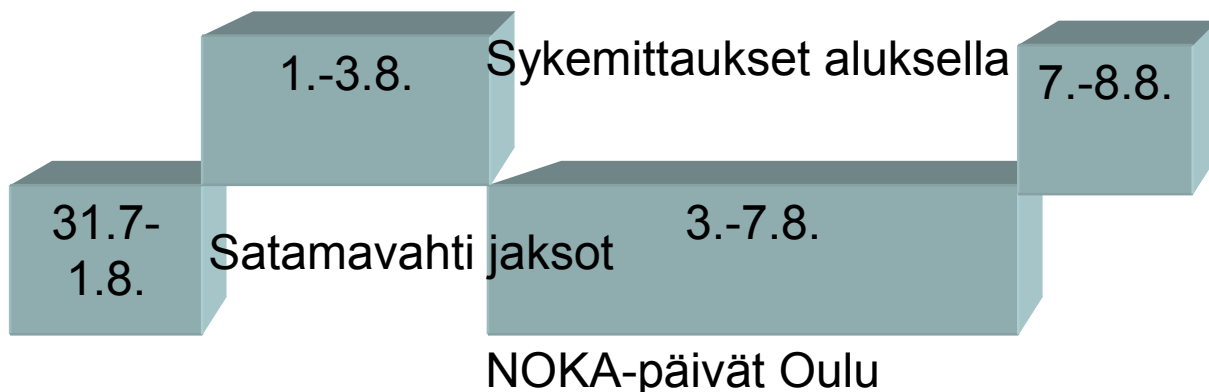
Kuva 15. Koehenkilöiden perustiedot jaoteltuna miehistö- ja päällystötehtäviin.

Miehistö- ja päällystötehtäviin jaetuissa ryhmissä ei ollut merkittäviä eroavaisuuksia. Sinällään mielenkiintoinen ero oli kuitenkin henkilöstöryhmien painoindexissä. Fyysisesti nuoremmat kadetit olivat suhteellisesti painavampia. Ero selittyy todennäköisesti otannan koolla ja vanhempien vuosikurssien kadettien valikoitumisella koehenkilöiksi.

6.2. Tutkimusasetelma ja aineiston keräys

Aluksella palvelevan työntekijän verenkiertoelimistön kuormittumista seurattiin kahden erillisen siirtymispuurhduksen aikana. Puurhduksreitti oli Turku – Oulu – Turku. Puurhduksen välillä oli neljän vuorokauden mittainen NOKA – pohjoismaiset merikadettipäivät. Ensimmäinen puurhduksjakso kesti noin 44 tuntia ja toinen jakso noin 26 tuntia. Ennen sykemittauksia koehenkilöt toimivat aluksella noin vuorokauden ajan, suorittaen normaalia merimiehen työtä. Koska koehenkilöt toimivat aluksella normaalin miehistön tavoin, suorittivat he satamassa ollessaan ns. satamavahtia. Tämä tar-

koitti vahdissa oleville koehenkilöille ylimääräistä valvomista ja kevyttä seisomatyötä aluksen kannella. Kuvassa 16. on esitetty mittausten suoritusajankohdat ja toiminnan laatu niiden välillä ja sitä ennen. Tarkempaa kuvausta koehenkilöiden työtehtävistä tai liikuntasuorituksista, eli kuormittumisesta, mittausten välillä ei suoritettu.



KUVA 16. Mittausten suoritusajankohdat aluksella

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää aluspalvelun kuormitus verenkiertoelimistölle. Oli siis oleellista saada tietoa verenkiertoelimistön kuormituksesta. Mittariksi oli valittu sykemittaus, riittävän laadukkaalla sykemittarilla, jotta sen dataa pystyttiin käsittelemään myöhemmin. Toisena mittarina käytettiin koehenkilöiden itsearvioita omasta kuormittuneisuudestaan. Koehenkilöt täyttivät päiväkirjaa, johon he merkitsivät kultaakin työ- ja lepojaksolta kuormittuneisuus-tuntemuksensa. Liitteessä 3 on esimerkki päiväkirjasta. Seurantapäiväkirjaan koehenkilöt kirjasivat työ- ja lepojaksonsa lyhyellä sanallisella kuvauksella. Lisäohjeena heillä oli kirjata nukkumisensa päiväkirjaan, 5 minuutin tarkkuudella.

Käytännön mittaukset alkoivat Turusta 1.8. Koehenkilöt koottiin aluksella yhteen ja heille pidettiin alkupuhuttelu. Siinä koehenkilöille selvitettiin mittausten kulku ja opetettiin RPE-asteikon käyttäminen. Koehenkilöille painotettiin sitä, että heidän tulee toimia ja tehdä työnsä normaalilla, osaamallaan tavalla ja ripeydellä. Samalla koehenkilöille jaettiin sykemittarit, mutta erityisempää koulutusta niiden käytöstä ei annettu. Ainoastaan opetettiin mittarin paikalleen asettaminen ja sykemittauksen käynnistäminen.

Ensimmäisen sykemittausjakson arvioitiin kestävän noin 20 -24 tuntia. Koehenkilöiden oli tarkoitus, omien taukojensa puitteissa, käydä tyhjentämässä / purkamassa sykemittarin muisti 2.8. aamupäivällä. Tämä vaihe sujuikin luontevasti aamupalan, aamupäivän palveluksen ja lounaan välissä. Yhden sykemittarin muistin tyhjentämi-

nen vei 10 – 15 minuuttia. Samalla tutkija pystyi seuraamaan ja kyselemään tutkittavien tunteja, oliko mittari rajoittanut heidän tekemisiään tai muuta vastaavaa. Kahdella tutkittavista oli sykemittari mennyt nukkuessa pois päältä. Syynä oli todennäköisesti, liian löysällä ollut sykemittarin hihna.

Toinen mittausjakso alkoi välittömästi, kun mittarin muisti oli saatu tyhjennettyä. Tämä jakso kesti seuraavaan aamuun saakka. Koehenkilöt tyhjensivät jälleen mittareiden muistin ja samalla he palauttivat ensimmäiset osat päiväkirjojaan.

Kyseessä oli siirtymispurjehdus pohjoismaisille merikadettipäiville, jossa osa koehenkilöistä osallistui, kykyjensä mukaan, urheilukilpailuihin. Osa koehenkilöistä suoritti kevyitä liikuntaharjoitteita omalla vapaa-ajallaan aluksella 1.-3.8.2006. Osa koehenkilöistä osallistui useaankin kilpailutapahtumaan 3.-5.8. matkan määränpäässä. Työsuoritteet aluksella olivat kuitenkin suhteellisen kevyitä koehenkilöille, niin välipäivien kokonaiskuormittumista ei seurattu. Ainoastaan edeltävän vuorokauden unen määrä selvitettiin kyselemällä ja koehenkilöiden tutkimuspäiväkirjojen merkinnöistä.

Kolmas mittausjakso alkoi maanantaina 7.8.2006. Toiminta oli koehenkilöille jo rutinia, joten mittareiden jaon lisäksi ei muuta yhteistä tilaisuutta pidetty. Kyseisellä jaksolla toiminnan luonne muuttui hieman. Paluumatkalla aluksella oli vähemmän henkilöitä paikalla, joten työvuoroja oli koehenkilöillä hieman enemmän.

Yhteensä koehenkilöt suorittivat 63 analysoitua työvuoroa, hieman yli 3 vuorokauden aikana. Työvuorot jakautuivat tehtävittäin seuraavasti:

Tähystysvuorot	20
Ruorimiesvuoro	13
Koulutukselliset tehtävät	18
Ohjailijan tehtävä	9
Yht.	63

Koehenkilöiden suorituskymmittaukset suoritettiin Merisotakoululla ja Maanpuolustuskorkeakoululla 23.7. – 10.11. 2006. Johtuen muutaman koehenkilön sairastumisesta ja aikataulujen yhteensovittamisesta valtaosa maksimaalisista testeistä pidettiin vasta siirtymäpurjehduksen jälkeen.

Koehenkilöille suoritettiin kysely terveydentilasta ja mahdollisista lääkityksistä ennen maksimaalista polkupyöräergometritestiä. Liitteessä 4 on ennakkokyselykaavake polkupyöräergometri-testiä varten.

Polkupyöräergometritesti pohjautuu FitWare-ohjelmistoon joka on muokattu puolustusvoimien viitearvoihin soveltuvaksi MILFit-versioksi (Tamro 2004).

Testiprotokolla oli seuraava:

- 1) Ennakkotietolomakkeen täyttö
- 2) Verenpaineen mitta
- 3) Testiprotokollan ja turvallisuuseikkojen läpikäynti
- 4) Testin suoritus
- 5) Palaute testistä

Aloituskauormaksi asetettiin kaikilla koehenkilöillä 50 W, josta kauormitusta nostettiin 25 W välein. Kauormitusta nousi kahden minuutin välein. Testi suoritettiin epäsuorana maksimitestinä, koehenkilöiden subjektiseen uupumukseen saakka. Maksimimaalissa polkupyöräergometritestissä kauormituksen subjekttiivista kokemista kysyttiin Borg'n 10-portaisella asteikolla (RPE) jokaisen kauorman päättyessä. Käytössä oli sama asteikko, kuin mitä koehenkilöt käyttivät käytännön mittauksissa. Kun suoritus päättyi, suoritti koehenkilö vielä loppuverryttelyn polkemalla aloitusvastusta (50W) vielä neljän minuutin ajan. Varsinaisen polkemisen päättyttyä, tutkija kävi testitulokset lyhyesti koehenkilölle läpi. Kaikkiaan testin suorittamiseen meni aikaa, noin yksi tunti. Liitteessä 5 on puolustusvoimien luokitukset fyysiselle suorituskyvyille. Taulokossa mukana myös luokitusarvot polkupyöräergometritestille.

6.3. Sykedatan analysointi

Sykedata kerättiin Suunnon T6 sykemittareilla. Data siirrettiin kannettavalle tietokoneelle kerran vuorokaudessa, riippuen koehenkilöiden työvuoroista. Keräysjaksojen pituudet vaihtelivat 48 minuutin ja 27 tuntia 29 minuutin välillä (48min – 2h 29min). Sykedata analysointiin Firstbeat Technologiesin tuottaman ohjelmiston avulla. Ennen varsinaista analyysia Suunnon ohjelmisto suoritti automaattisen virheidenkorjauksen, jonka avulla karsittiin häiriö- ja virhesignaaleita. Sykedatasta kerättiin seuraavat muuttujat jatkotarkasteluun: työjaksojen keskimääräinen syke, keskimääräinen hapen

kulutus (ml(kg/min), jakson korkein sykearvo, jakson korkein hapen kulutusarvo (vähintään 10 sekunnin jakso), sekä laskettiin aika sekunneissa jonka koehenkilö oli työskennellyt korkeammalla hapenkulutusarvolla kuin 30% hänen maksimaalisesta hapenottokyvystään.

6.4. Tilastolliset menetelmät

Perusmuuttujista tulokset on esitetty keskiarvoina ja keskihajontoina ($\bar{x} \pm s$). Tilastolliseen analyysiin käytettiin SPSS (Statistical Package for social Sciences)-ohjelmistoa. Muuttujien välistä riippuvuutta tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla. Riippuvuuden merkitsevyys ilmaistaan p-arvolla (*= $p < 0,05$, **= $p < 0,01$).

6.5. Tutkimuksen luotettavuus

Mittauksen luotettavuus viittaa tutkimuksen toistettavuuteen: kuinka samanlaisia tuloksia saataisiin, mikäli samaa ilmiötä mitattaisiin monta kertaa samalla mittarilla (Metsämuuronen 2003, 42–45). Tässä tutkimuksessa osa koehenkilöistä suoritti saman tehtävän useastikin, mutta suorituksen kellonaika, edeltävä yöuni ja moni muu seikka oli kenties muuttunut, niin saman koehenkilön suorituksia ei vertailtu keskenään.

Tarkka ja huolellinen suunnittelu ja aineiston kerääminen ovat onnistuneen tutkimuksen kannalta merkittäviä vaiheita. Perusteellisen suunnittelun ja ennakkovalmisteluiden avulla voidaan välttää monta aloittelevalla tutkijalla tyypillistä virhettä. Huolimatta ennakkosuunnittelusta, tutkimusta ensi kertaa tekevä aloittelija kohtasi ongelmia, jotka kokeneempi tutkija osaa ottaa jo suunnitelmaa tehdessään huomioon.

Aihe oli koehenkilöille kiinnostava, lähes jokainen tutkittava halusi suorittaa maksimaalisen polkupyöräergometri-testin myöhemmin uudelleen. Tutkittavien asennoituminen tutkimusta kohtaan oli hyvä, ja kaikki tutkittavat noudattivat kiitettävästi koeasetelman mukaisia ohjeita. Tuloksia arvioitaessa on kuitenkin huomioitava kyseessä olevan vapaaehtoisuuteen perustava otanta, jolloin on aina suuri todennäköisyys, että mukaan valikoituu keskimääräistä terveempiä ja parempikuntoisia henkilöitä.

6.5.1 Tutkimuksen reliabiliteetti

Reliabiliteetilla eli toistettavuudella tarkoitetaan mittarin kykyä mitata toistettavasti kohde ilmiötä eri olosuhteissa. Toistettavuutta voidaan arvioida sekä saman havainnoitsijan toistomittauksen että eri havainnoijien rinnakkaismittauksen avulla. Toistomittauksessa havainnoitsija tekee ensin mittauksen, joka sitten uusitaan valitun ajan kuluessa. Tarkoituksena on selvittää mittaustulosten yhteneväisyyttä, esimerkiksi korrelaatiokertoimen avulla. Havainnointitutkimuksissa tätä toistettavuuden muotoa kutsutaan saman havainnoitsijan arvioiden toistettavuudeksi (intra-observer reliability). Rinnakkaismittauksella sen sijaan mitataan samaa ilmiötä eri mittareilla tai eri mittajilla. Havainnointitutkimuksessa tätä kutsutaan eri havainnoitsijoiden arvioiden toistettavuudeksi (inter-observer reliability) ja se kertoo siitä, miten yhteneväisiä kahden tai useamman havainnoitsijan arviot ovat samasta ilmiöstä samalla hetkellä. (Metsämuuronen 2003)

Tässä tutkimuksessa havainnoitsijoina olivat myös koehenkilöt itse, antaessaan subjektiivisen arvioin omasta kuormittumisestaan. Tutkija oli myös havainnoitsijana, mutta hän ei havainnoinut kaikkia suoritteita, vaan koehenkilöiden työskentelyä seurattiin otantana. Näistä tutkijan havainnoista kerättiin kvantitatiivisia muuttujia, joilla kuvattiin joko työsuoritusta tai ympäristötekijöitä, jotka vaikuttivat työn kuormittavuuteen.

Saman havainnoitsijan arvioiden toistettavuutta ei tässä tutkimuksessa selvitetä, sillä yhden tutkijan aikaresurssit eivät siihen riittäneet. Toistomittaukset edellyttävät, että mitattavan ilmiön tulee säilyä samana ennen uusintamittauksia, joten ne pitää toteuttaa rajatun ajan sisällä (Metsämuuronen 2003).

Toistettavuushavainnoinnit tehdään tavallisesti videomateriaalin perusteella, jolloin useampi havainnoitsija voi osallistua rinnakkaishavainnointiin. Videon perusteella tapahtuvaa havainnointia ei tässä tutkimuksessa toteutettu, koska työskentely aluksella tapahtui ahtaissa tiloissa ja työ oli luonteeltaan liikkuvaa.

6.5.2 Tutkimuksen validiteetti

Validiteetti

Validiteetti terminä on peräisin latinan kielestä, *validus*, joka tarkoittaa vahvaa. Yleisesti validiteetilla tarkoitetaan asian tai väitteen paikkansapitävyyttä tai pätevyyttä. Validiteetin tarkempi määrittely riippuu siitä, onko kyseessä tutkimuksen tai mittarin validiteetti. Tutkimuksen validiteetti kertoo tutkijan johtopäätösten paikkansapitävyydestä ja saatujen tulosten yleistettävyydestä. Mittarin validiteetti kertoo siitä, mittaako mittari täsmälleen sitä, mitä sen on tarkoitus mitata.

Tutkimuksissa on osoitettu, että subjektiivisten kuormitusarvioiden validiteetti on kohdalainen ja niiden avulla on mahdollista saada karkea käsitys työtehtävien esiintymisestä ja kestosta.

Tässä tutkimuksessa koehenkilöiden taitoeroja, samassa työtehtävässä toimiessaan, pyrittiin huomioimaan heidän kokemuksellaan aluspalveluksesta. Eri taksonomioissa puhutaan vaihteluvälistä: aloittelija – ekspertti. Tämän tutkimuksen koehenkilöiden kokemus merivoimien aluspalveluksesta vaihteli välillä: yksi vuosi – noin kolme vuotta.

7. TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tulokset alkuperäisten tutkimuskysymysten mukaisesti:

1. Miten verenkiertoelimistö kuormittuu aluspalveluksessa?
2. Millaiseksi työntekijät kokevat fyysisen kuormittumisen työjakson aikana?
3. Millainen osuus fysikaalisilla kuormitustekijöillä on kuormittumisessa?
(lämpötila ja aluksen liike)

Valitut työtehtävät ovat: Tähystäjän tehtävä
 Ruorimiehen tehtävä
 Koulutus aluksella
 Ohjailija ja ohjailijan apulainen

Lopuksi muita huomioita mitä tutkimuksen aikana havaittiin tai tuloksista ilmeni.

7.1. Verenkiertoelimistön kuormittuminen

Verenkiertoelimistön kuormittuminen oli tutkimuksen pääkysymys. Lyhyesti sanottuna, tässä tutkimuksessa verenkiertoelimistö ei kuormittunut kovinkaan paljon. Arvioitaessa työtehtäviä keskisykkeen, työskentelyjakson maksimisykkeen tai laskennallisten hapenkulutusmuuttujien suhteen, voitaneen todeta aluspalvelun olleen näillä purjehdusetapeilla kevyesti kuormittavaa. Seuraavassa eri työtehtävien keskisykkeet, keskimääräinen hapenkulutus työjaksossa ja työjakson korkein (vähintään 10 sekuntia) hapenkulutusjakso. Jaoteltuna tarkasteltaviin työtehtäviin.

Keskisyke

Työjakson keskisyke	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Tähystäjän tehtävä	20	53	88	64,95	8,690
Ruorimiehen tehtävä	13	52	73	63,54	6,666
Koulutustehtävät	18	69	101	83,44	8,611
Ohjailija + ohjailijan apulaisen tehtävät	9	63	94	78,22	10,485

Keskimääräinen hapenkulutus ml/kg/min

Jakson keskim. VO2 kulutus	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Tähystäjän tehtävä	20	4,00	7,00	5,4000	,69962
Ruorimiehen tehtävä	13	4,00	6,00	5,1923	,63043
Koulutustehtävät	18	5,00	12,00	7,5278	1,62220
Ohjailija + ohjailijan apulaisen tehtävät	9	6,00	10,50	7,7222	1,37184

Työjakson korkein kuormitus / energian kulutus ml/kg/mmin

Jakson Max VO2-kulutus	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Tähystäjän tehtävä	20	7,0	23,0	10,000	3,6992
Ruorimiehen tehtävä	13	6,0	18,0	10,077	3,2522
Koulutustehtävät	18	9,0	25,0	15,167	4,4225
Ohjailija + ohjailijan apulaisen tehtävät	9	9,00	19,00	13,7778	3,45607

Kaikkiaan sykearvot ja hapenkulutusarvot jäivät todella alhaisiksi. Kun muunnetaan keskimääräiset työjaksojen hapenkulutus arvot MET-arvoiksi (1 MET = 3.5 ml/kg/min), havaitaan että tähystäjän ja ruorimiehen keskimääräiset työkuormat olivat noin 1,5 MET:iä eli lepoaineenvaihdunnan kerrannaista. Koulutustehtävissä ja ohjailijana toimiessaan, kuormitus on ollut lähes kahden MET:n tasoa. Verenkiertoelimistön kannalta kuormittavinta työtä on ollut erilaiset koulutustehtävät, joihin henkilöstö on aluksella osallistunut.

7.2. Kuormittuneisuuden kokeminen

Kun absoluuttisesti mitatut syke- ja hapenkulutus arvot jäivät alhaisiksi, ei kuormittuneisuuden kokeminenkaan siitä paljoa poikennut. Otosmäärät eivät ole kovin suuria, mutta ohjailijan ja ohjailijat apulaisen työt näyttävät tuntuneet tekijöistä raskaimmalta. Tässä onkin lievä ristiriita, mitattujen arvojen ja työntekijöiden kuormituksen kokemisen kesken. Koulutustehtävät kuormittivat verenkiertoelimistöä eniten, mutta ohjailijan työt koettiin kuormittavimpana.

Kuormittuneisuuden kokeminen eri tehtävissä

Jakson RPE tuntemus	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Tähystäjän tehtävä	20	,5	4,0	1,475	1,0939
Ruorimiehen tehtävä	13	,5	2,0	1,077	,5718
Koulutustehtävät	18	1,0	4,0	2,000	1,0290
Ohjailija + ohjailijan apulaisen tehtävät	9	2,00	4,00	2,6250	,74402

Seuraavassa on tarkasteltu eri työtehtävien kuormituksen kokemista suhteutettuna vuorokauden aikaan.

Vuorokauden ajan merkitys kuormittumiseen

Vuorokauden aika * Jakson RPE tuntemus Crosstabulation

Tähystäjän tehtävässä		Jakson RPE tuntemus					Total
		,5	1,0	2,0	3,0	4,0	
Vuorokauden aika	klo 00.00 - 04.00	0	2	0	0	0	2
	klo 04.00 - 08.00	2	1	2	0	0	5
	klo 08.00 - 12.00	1	0	1	0	0	2
	klo 12.00 - 16.00	0	2	0	0	0	2
	klo 16.00 - 18.00	1	1	1	1	0	4
	klo 18.00 - 20.00	0	2	0	0	0	2
	klo 20.00 - 24.00	1	0	0	0	2	3
	Total	5	8	4	1	2	20

Chi-Square Tests

Tähystäjän tehtävässä	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	29,742(a)	24	,193
Likelihood Ratio	28,370	24	,245
Linear-by-Linear Association	3,050	1	,081
N of Valid Cases	20		

a. 35 cells (100,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,10.

Vuorokauden aika * Jakson RPE tuntemus Crosstabulation

Ruorimiehen tehtävässä		Jakson RPE tuntemus			Total
		,5	1,0	2,0	
Vuorokauden aika	klo 00.00 - 04.00	0	1	0	1
	klo 04.00 - 08.00	1	2	2	5
	klo 08.00 - 12.00	1	0	1	2
	klo 16.00 - 18.00	0	1	0	1
	klo 18.00 - 20.00	1	1	0	2
	klo 20.00 - 24.00	1	1	0	2
	Total	4	6	3	13

Vuorokauden aika * Jakson RPE tuntemus Crosstabulation

Koulutustehtävissä		Jakson RPE tuntemus				Total
		1,0	2,0	3,0	4,0	
Vuorokauden aika	klo 04.00 - 08.00	1	0	1	0	2
	klo 08.00 - 12.00	1	0	1	0	2
	klo 12.00 - 16.00	4	2	1	0	7
	klo 16.00 - 18.00	0	1	2	0	3
	klo 18.00 - 20.00	0	0	1	0	1
	klo 20.00 - 24.00	2	0	0	1	3
	Total	8	3	6	1	18

Vuorokauden aika * Jakson RPE tuntemus Crosstabulation

Ohjailijana tai ohjailijan apulaisena		Jakson RPE tuntemus			Total
		2,00	3,00	4,00	
Vuorokauden aika	klo 00.00 - 04.00	1	1	0	2
	klo 04.00 - 08.00	1	0	0	1
	klo 08.00 - 12.00	0	0	1	1
	klo 16.00 - 18.00	1	1	0	2
	klo 18.00 - 20.00	1	1	0	2
	Total	4	3	1	8

Kuten taulukot osoittavat, näin kevyessä kuormituksessa, vuorokauden ajalla ei näytännyt olevan merkitystä yhdessäkään tehtävässä. Koulutuksellisissa tehtävissä näkyy kuitenkin kaksi keskittymää kuormittumisen kokemisessa. Todennäköisin selitys on se, että yleensä aluksella koulutetaan päivisin henkilöstölle eniten asioita, joten kuormitushuippukin löytynee sieltä.

7.3. Olosuhteiden vaikutus

Seuraavassa on esitetty lämpötilan ja edellisen vuorokauden unen määrät eri tehtävissä. Lämpötila oli koko purjehduksen ajan lähes optimaalinen, eikä kuormittanut koehenkilöitä.

Keskilämpötila	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Tähystäjän tehtävä	20	12,0	25,0	18,400	2,8359
Ruorimiehen tehtävä	13	20,0	26,0	21,846	2,1926
Koulutustehtävät	18	19,0	27,0	24,722	2,0236
Ohjailija + ohjailijan apulaisen tehtävät	9	22,00	27,00	24,5556	1,58990

Edellisen vrk:n unimäärä	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
--------------------------	---	---------	---------	------	----------------

Tähystäjän tehtävä	20	3,67	11,00	6,8665	2,01557
Ruorimiehen tehtävä	13	3,67	11,00	7,5638	2,20858
Koulutustehtävät	18	3,67	11,00	7,0189	2,24750
Ohjailija + ohjailijan apulaisen tehtävät	9	6,00	8,00	7,5556	,72648

7.4. Työtehtävien kuvaus ja muita havaintoja

Eri työtehtävien fyysisesti kuormittavia liikkeitä havainnoitiin purjehduksen ajan otannan luonteisesti. Niiden tuloksista ilmenee, että koulutuksellisilla purjehduksilla, kuten nyt, henkilöstö ei kuormitu fyysisesti. Kuormittuminen on pääasiallisesti staattista, seisomista komentosillalla tai tähystäjänä ulkokannella.

Tähystäjän tehtävässä havaittiin merkitseviä korrelaatiota seuraavissa muuttujissa:
 työjakson maksimisykkeen – työjakson max VO₂-kulutuksen kesken (0,938**),
 työjakson maksimisykkeen – työjakson keskim. sykkeen kesken (0,912**),
 työjakson keskisykkeen – työjakson max VO₂-kulutuksen kesken (0,858**),
 työjakson keskisykkeen – työjakson keskim. VO₂ kesken (0,869**)

merkitsevyystasolla ** 0,01

Kyseiset arvot osoittanevat, että Suunnon ohjelmisto toimii ja se antaa sykkeelle ja siitä arvioidulle hapenkulutukselle lähes yhtenevän vertaavuuden. Suurimmat korrelaatiot ovat kuitenkin maksimaalisissa arvoissa, keskimääräiset arvot jäävät hieman pienemmiksi.

Ohjailijan ja ohjailijan apulaisen tehtävässä havaittiin hieman poikkeavampia korrelaatioita, seuraavasti:

työjakson keskisyke – jakson keskim VO₂-kulutus (0,968**)

työjakson max VO₂ – työjakson maksimisyke (0.924**)

työjakson keskim VO₂-kulutus – RPE tuntemus (0,860 **)

Arvot osoittavat samoin kuin tähystäjällä, että Suunnon ohjelmisto toimii. Sinällään positiivinen viesti oli myös RPE-tuntemuksen ja työjakson keskimääräisen hapen kulutuksen merkitsevyyden löytyminen. Se osoittanee, että koehenkilöt ovat osanneet arvioida kuormittuneisuuttaan eri tehtävissä ja työvuoroissa yhtenevällä tavalla.

Pienempiä korrelaatioita ja merkitsevyyksiä oli havaittavissa muissakin muuttujissa, mutta koehenkilöiden vähyyden vuoksi, pitkälle meneviä arviointeja ei uskalla tehdä. Samoin tiettyjä korrelaatioita, tai jopa käänteisiä sellaisia, esiintyi esimerkiksi tuulen tai aluksen olinpaikan suhteen. Niiden korrelaatioiden todenperäisyys on myös to-
teennäyttämättä.

8. POHDINTA

8.1. Verenkiertoelimistön kuormittuminen

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää aluspalvelun kuormittavuus verenkiertoelimistölle. Tuloksena on, ettei aluspalvelus, kyseisissä olosuhteissa, kuormittanut henkilöstön verenkiertoelimistöä merkittävästi. Absoluuttiset sykkeet jäivät pääsääntöisesti alle 100 lyönnin minuutissa. Useissa tapauksissa koko työvuoron aikana koehenkilön syke ei noussut 30 lyöntiä yli heidän leposykettään. Samoin heille analysoitu hapen kulutustaso jäi kahden MET-yksikön tasalla, eli vain kaksinkertaiseksi, verrattuna heidän lepo hapen kulutukseensa. Koulutuksellisissa tehtävissä toimiessaan, koehenkilöiden verenkiertoelimistö joutui muutamia kertoja yli 30% kuormituksiin. Nekin hetket olivat melko lyhyt aikaisia, noin 30 sekunnin mittaisia pyrähdyksiä. Olosuhteet ja henkilöstön operatiiviset velvoitteet jäivät kevyelle tasalle, eivätkä siten olleet kuormittamassa henkilöstöä fyysisesti.

8.2. Kuormittumisen kokeminen

Kuormittumisen kokemista tutkittiin Borg:n RPE-asteikolla, kunkin työvuoron aikana ja myös vapaavahtien ajalta. Menetelmä oli henkilöstölle helppo käyttää ja antoi samankaltaisen tuloksen kuin mitatut sykkeet ja hapenkulutusarviot. Ainoastaan ohjailijan tehtävässä toimiessaan, koehenkilöt arvioivat kuormittuvansa suhteellisesti enemmän kuin mitatuilla muuttujilla. Menetelmää voi hyvin suositella käytettäväksi jatkossakin työn kuormittavuuden arvioinnissa.

8.3. Olosuhteiden vaikutus kuormittumiseen

Tutkimuksen aikana Perämerellä oli lähes optimaaliset purjehdusolosuhteet. Näin olen ulkoisten tekijöiden vaikutusta kuormittumiseen tai sen kokemiseen ei havaittu.

Merenkäyntiä, kylmyyttä, kuumuutta, tuulta ei ollut saatavissa, joten niiden vaikutus kuormittumiseen täytyy hakea jatkotutkimuksissa.

8.4. Johtopäätökset

Ihmisen toimintakyky on laaja käsite. Tässä työssä käsiteltiin komentosiltahenkilöstön fyysistä toimintakykyä ja työn vaatimuksia lähinnä ergonomisten tai työympäristön fyysisten olojen suhteen. Se ei ole ainoa näkökulma asiaan, mutta todennäköisesti kriisin aikana yksi ratkaisevimmista.

Tutkimustyön aikana nousi esiin alusympäristön aiheuttamia erityishaasteita. Aluksilla työskentelyä, työtehtävien luokittelua ja tehtäväsisältöjä sekä alusympäristön aiheuttamia erityishaasteita ei ole tutkittu riittävästi. Muutamista ulkomaisista lähteistä oli saatavilla aluspalvelun energiankulutukseen ja väsymykseen liittyvää perustietoutta jotka oli sidottu alusympäristöön tai laivastopalveluun. Varsinaisia tutkimuksia aluspalveluksen vahtityöskentelyn vaikutuksesta ihmisen toimintakyvylle ei löytynyt.

On selvää, että tutkittaessa erityisolosuhteissa työskentelevien ihmisten toiminta- tai työkykyä, on tarkkaan tunnettava työskentelyolosuhteet. Analysoitaessa ympäristöolosuhteiden vaikutusta työntekijään pitäisi olosuhteisiin päästä vaikuttamaan tai keräämään aineistoa eri toimintaolosuhteissa. Tässä työssä siihen ei ollut mahdollisuuksia, mutta mahdollisissa jatkotutkimuksissa saadaan kerättyä lisää havaintomateriaalia eri ympäristöolosuhteissa.

Tässä työssä pyrittiin tuomaan esille alusympäristön erikoispiirteitä ja niiden aiheuttamat vaatimukset ihmisen toimintakyvylle. Todennäköisesti palvelu nykyaikaisella taistelualuksella vaatii erilaisia toimintakykyominaisuuksia kuin maavoimien taistelijalta maasto-olosuhteissa. Näin ollen toimintakyvyn, suorituskyykyvaatimusten ja aluspalvelutyön vaatimusten selvittäminen on edelleen ajankohtainen ja tärkeä kysymys. Kuka ottaisi vastuun kyseisestä tutkimustoiminnasta? Puolustusvoimat, merivoimat, rajavartiolaitos vai siviiliyhteisöt: työterveyslaitos, merenkulkulaitos, toimivat varustamot. Toimijoita pohjoisella Itämerellä, merenkulkualalla vielä on – kuka siis huolehtisi työntekijöistään?

8.5. Jatkotutkimusmahdollisuudet ja -esitykset

Jatkotutkimuksissa olisi hyvä selvittää myös työn todellinen energian kulutus, joko pitkällä aikavälillä (energian kulutuksen selvittäminen merkittävää vettä käyttäen) tai yksittäisten työtehtävien ja lyhyemmällä työskentelyjaksoilla. Tällöin hapenkulutuksen selvittämiseksi voisi käyttää muun muassa vapaamman liikkumisen mahdollistavaa kannettavaa hengityskaasuanalysointia (esim. Cosmed K4).

LÄHTEET

Ahtiainen, J. 2004. Tasapaino. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 156, 187.

Alavillamo, J. 1998. Sotilaan toimintakyky. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Esiupseerikurssin tutkielma.

Alkula, T., Pöntinen, S. & Ylöstalo, P. 2002. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. 1.-4. painos. Juva: WSOY.

ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 2005. American College of Sports Medicine; 7th Edition.

American Collage of Sports Medicine. 2000. Senior editor Franklin, B.A. ACMS's guidelines for exercise testing and precription. 6. Painos. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.

Anom. www.yourdictionary.com The Houghton Mifflin Company (10.2.2004) saatavilla <URL:<http://www.yourdictionary.com/>>.

Armstrong,T. Buckle, P. Fine, L. Hagberg, M. Jonsson, B. Kilbom, A. Kuorinka, I. Silverstein, B. Sjøgaard, G. Viikari-Juntura, E. 1993. A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. Scand J Work Environ Health. 19 (2), 73-84.

Asetus laivaväen asuintiloista aluksella 17.6. 1976/518

Assenmacher, T., Garner, T. 1997. Situational awareness guidelines. Naval Air Warfare Center. Aircraft Div. Naval air systems command / Dep of Navy. USA (NCIS)

Aunola, S. Hämäläinen, H. & Seppänen, A. 1994. Työn kuormittavuus. Teoksessa: Sovijärvi, A., Uusitalo, A., Länsimies, E. & Vuori, I. (toim.) Kliininen fysiologia. Helsinki: Duodecim.

Barnekow-Bergkvist, M. Hedberg, G. & Janlert, U. 1994. Development of muscular endurance and strenght from adolescence to adulthood and level of physical capacity in men and women at the age of 34 years. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport* 4, 19-25.

Berg, K.O., Wood-Dauphinee, S.L., Williams, J.I. & Maki, B. 1992. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 83 Suppl 2, 7-11.

Bergström, Bengt . 1994. Stimulus-response compatibility. FOA report

Borg, G. 1970. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 2, 92-98.

Borg, G. 1982. Psychophysical Basis of Perceived Exertion. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 14 (5), 377-381.

Borg, G. 1986. Psychophysical studies of effort and exertion. Teoksessa: Borg, G & Ottoson, D. (toim.) The perception of exertion in physical work. Wenner-Gren Int. Symposium Series volume 46, 346.

Borg, G. 1998. Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL. *Human Kinetics*: 2-10, 13-29.

Bost, J., McKneely, J. and Hamburger, Trish. 1998: Surface combatants of the future - reduced crew warships. Seminaarissa: Human factors and ergonomics society 42nd Annual meeting proceedings, Chicago, USA.

Bouchard C., Shepard R., Stephens T., Sutton J. & McPherson B. 1994. Exercise, Fitness, and Health: The consensus statement. Teoksessa Bouchard C., Shepard R. & Stephens T. (toim.) Physical Activity, fitness and Health. Champaign, Human Kinetics, 3-88.

- Breuer, H-W.M., Skyschally, M., Wehr, M., Schulz, R. & Heusch, G. 1992. Poor reproducibility of parameters of heart rate variations. *Z Kardiol.* 81:475-481.
- Burdorf, A & Van Riel, M. 1996. Design of strategies to assess lumbar posture during work. *Internal Journal on Industrial Ergonomics* 18, 239-249.
- Campbell, M.K. 1995. *Biochemistry*. 2. painos, USA: Saunders College Publishing. Harcourt Brace College Publishers.
- Casadei, B., Cochrane, S., Johnston, J., Conway, J. & Sleight, P. 1995. Pitfalls in the interpretation of spectral analysis of the heart rate variability during exercise in humans. *Acta physiologica scandica*, 153 : 125 – 131.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. & Christenson, G. M. 1985. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports* 100 (2), 126–131.
- Cooper, K.H. 1968. A Means of assessing maximal oxygen intake. *Journal of the American Medical Association* 203:135-138.
- Cooper, K.H. 1970. *The new aerobics*. New York: Bantam
- Daniels, J., Scardina, N., Hayes, J. & Foley, P. 1984. Variations in VO₂ submax during treadmill running. *Abstract. Med and Science in Sports and Exercise* 16. 108.
- Dean, C.E. 2005. *The Modern Warrior's Combat Loads - Dismounted Combat Operations in Afghanistan*. (esitelmä) *International Congress on Soldiers' Physical Performance*. 18-22.5.2005. Jyväskylä.
- Defence News.1999: U.S. Navy shuffles fleet 24.5. 1999
- De Waard, D. 1996. *The measurement of drivers' mental workload*. Traffic Research Centre, University of Groningen. Haren, Hollanti.

Dobie, Thomas G. 2003. Critical Significance of Human Factors in Ship Design. Proceedings of the 2003 RVOC Meeting, Large Lakes Observatory. University of Minnesota.

<http://www.unols.org/meetings/2003/200310rvo/200310rvoap23a.pdf>

Edholm, OG. & Weiner, JS. 1981. (toim) The Principle and Practise of Human Physiology. London Academic press, 1981

Eggemeier, T. & Wilson, G. 1991 Performance-based and subjective assessment of workload in multi-task environments. In Damois, D.L. (Eds.), Multiple-task performance. Taylor & Francis. London. s. 217-278.

Ekstrand, I. 2001. Palkkatyöläinen 10.12.2001 nro 10/01

Era, P. 1997. Havaintomotoriikan ja kehon asennonhallintakyvyn muutokset vanhe-
tessa ja liikunta. Teoksessa Era P. (toim) Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kan-
santerveyden edistämissäätiö (LIKES) Jyväskylä, 49-57.

Eskola J. & Suoranta J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 2. Painos. Jyväskylä: Gummeruksen kirjapaino Oy.

Faughn, J., Kozycki, R., Leiter, K., Lockett III, J. 1997. Applying virtual reality and human figure modeling tools to explore crew manning configurations of the USN DDG-class bridge. Army Research Laboratory, USA (NTIS)

Firstbeat. Stressi ja stressinmittaus. Firstbeat Technologies Oy. Saatavilla
<URL:http://www.firstbeat.fi (Luettu 14.10.2005)

Fogelholm, M. 2004. Antropometriset ja kehon koostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsi-
kirja. Helsinki: Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 156, 45–50.

Fournier, L.R., Wilson, G.F. & Swain, C.R. 1999. Electrophysiological, behavioral, and subjective indexes of workload when performing multiple tasks: manipulations of task difficulty and training. International Journal of Psychophysiology 31, 2: 129-145

Fyysisen suorituskyvyn mittaaminen. 2000. Liikuntakoulutuksen käsikirja 12. Pääesikunnan koulutusosasto

Galbo, H. 1992. Endocrine Factors in Endurance. Teoksessa: Shephard, R.J. & Åstrand, P.-O. (toim.) Endurance in Sport. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Goldsmith, R., Miller, D.S., Mumford, P. & Stock, M. 1967. The use of long-term measurements of heart rate to assess energy expenditure. Journal of Physiology 189.

Gregoire, J., Tuck, S., Yamamoto, Y. & Hughson, R.L. 1996. Heart rate variability at rest and exercise: influence of age, gender and physical training. Can. J. Appl. Physiol. 21(6). 455-470.

Greiwe, J.S., Kaminsky, L.A., Whaley, M.H. & Dwyer, G.B. 1995. Evaluation of the ACSM submaximal ergometer test for estimating VO₂max. Medicine and Science in Sports Exercise 27. 1315-1320.

Guyton, M.D. & Hall, J.E. 1996. Textbok of Medical Physiology. Yhdeksäs painos. W.B. Saunders Company, USA.

Gyllenberg, B. 2004. Väsymys vai uupumus? Suomen merenkulku. SM 10-11/04. 2-3.

Haaja, Olli-Petteri. 2004. Maavoimien kantahenkilökunnan fyysisen suorituskyvyn harjoittaminen – nykytila ja esitykset kehittämiseksi. Maanpuolustuskorkeakoulu. Yleisesikuntaupseerikurssi. Diplomityö.

Hautala, A. 2004. Effect of Physical Exercise on Autonomic Regulation of Heart Rate. Väitöskirja, Oulun Yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta.

Hayashi, N., Ishihara, M., Tanaka, A., Osumi, T. & Yoshida, T. 1997. Face immersion increases vagal activity as assessed by heart rate variability. Eur. J. Appl. Physiol & Occup. Physiol. 76(5). 394-399.

- Heinonen, E. 2005. Merivoimien taistelualuehenkilöstön toimintakyky 2010-luvulla. Maanpuolustuskorkeakoulu. Yleisesikuntaupseerikurssi. Diplomityö.
- Heikkinen, K. 1998. Työkuntoprofiili. Testistön suoritusohjeet. Työterveyslaitos. Miktor.
- Heikkinen, E. & Ilmarinen, J. 2001. Liikunta säilyttää työkykyä ja ikääntyneiden toimintakykyä. Duodecim 117 (6), 653–660.
- Heliövaara, M. & Aromaa, A. 1980. Suomalaisten aikuisten pituus, paino ja lihavuus. Kansaneläkelaitoksen julkaisuja ML:19. Helsinki.
- Hietanen, M. 1999. Sähkömagneettiset kentät ja säteilyt työympäristössä. Työterveys. erikoisnumero 1999. 8-10.
- Hirsjärvi S. & Hurme H. 2001. Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2003. Tutki ja kirjoita. 6. Painos. Vantaa: Dark Oy.
- Hopkins, W.G. 1991. Quantification of Training in Competitive Sports. Methods and Applications. Sports Medicine 12 (3). 161 – 183.
- Huikuri, H., Valkama, J., Niemelä, M. & Airaksinen K.E.J. 1995. Sydämen sykevaihTELUN mittaaminen ja merkitys. Duodecim 111, 307-314.
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Jyväskylä Gummerus.
- Härmä, M. 2000. Toimivat ja terveet työajat. Työterveyslaitos. Sosiaali- ja terveysministeriö. Työministeriö. Helsinki
- livonen, K. 1997. Naisten vapaaehtoisen asepalveluksen fyysinen kunto. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Esiupseerikurssin tutkielma.

Ilmarinen, J. 1995. Työkykyä edistävät ja heikentävät tekijät. Teoksessa Matikainen, J., Aro, T., Kalimo, R., Ilmarinen J. & Torstila, I. (toim.) Hyvä työkyky. Työterveyslaitos & eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen, 31-46.

Ilmarinen, J. 1999. Ikääntyvä työntekijä Suomessa ja Euroopan unionissa – tilannekatsaus sekä työkyvyn, työllistyvyyden ja työllisyyden parantaminen. Helsinki: Työterveyslaitos, sosiaali- ja terveysministeriö ja työministeriö.

Ilmarinen, J. 2000. Työikäiset ja elämänkulku. Teoksessa E. Heikkinen (toim.) Suomalainen elämänkulku. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi, 173–193.

Irla, M. 1999. Ohjusveneen taistelujohtokeskus. Maanpuolustuskorkeakoulu. Yleisesikuntaupseerikurssi. Diplomityö.

Kaisanlahti, A. 2004. Sykemittari paljastaa stressin syyt. Mediauutiset 7(31). 21.

Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen turvallisuus ja vastuukysymykset. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 156, 39.

Kandolin, I. 2003. Pitkät ja epäsäännölliset työajat kuormittavat monella tavalla. Työterveiset. Työterveyslaitos. 2/2003. 14-15.

Karhu, O. Kansi, P. Kuorinka, I. 1977. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Appl Ergon (8), 199-201.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M (toim.). 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 156.

Ketola, R., Toivonen, R., Häkkinen, M., Luukkonen, R., Takala, E-P., Viikari-Juntura, E. & The Expert group in ergonomic. 2002. Effects of ergonomic intervention in work with video display units. Scandinavian Journal of Environ Health 28. 18-24.

Ketola, R. 2003. Työn fyysinen kuormitus ja sen arviointi. Työterveiset. Työterveyslaitos. 2/2003.

Kettunen, J. & Saalasti, S. 2002. Menetelmä luotettavan hengitysaktiviteetti-informaation saamiseksi sydämen sykemittauksesta. Patenttihakemus nro. 20025029.

Kinnunen U. 1993. Ikääntyvän opettajan kuormittuneisuus ja terveys työssä. Työterveyslaitos ja Työsuojelurahasto. Helsinki.

Kinnunen, H. & Nissilä, S. 2003. Method and equipment for human related measuring. U.S. patentti nro. 6,537,227.

Kilbom, Å. 1994. Assessment of physical exposure on relation to work-related musculoskeletal disorders – What information can be obtained from systematic observations? Scand J Work Environ Health 20(spec). 30-45.

Knapik, J., Ang, P., Meiselman, H. & Johnson, W. 1997. Soldier Performance and Strenuous Road Marching: Influence of Load Mass and Load Distribution. Military Medicine 162. 62-76.

Koski, H. 1997. Jalkaväen taistelutehtävien edellyttämän fyysisen kunnon vaatimukset liikunta- ja taistelukoulutukselle. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Esiupseerikurssin tutkielma.

Koskinen, J. 1999. Taistelualuksen komentosilta 2005. Maanpuolustuskorkeakoulu Yleisesikuntaupseerikurssin tutkielma.

Kronholm, E. 2005. Poikkeava unen pituus terveydellisenä riskitekijänä. Kansanterveyslehti 6/2005

Kuronen, M. 2005. Sisäisen kellon häiriöt saattavat selittää monen sairauden synnyn. Kansanterveyslehti 6/2005.

Kvale S. 1996, InterViews. An introduction to qualitative research interviewing. London: Sage.

Kyröläinen, H., Pajala, O., Pullinen, T., Helimäki, E. & Perttunen, J. 2004. Kuormitusfysiologia, Laboratorioharjoitukset 1. Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologian laitos, Opetusmoniste (LFY.105).

Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M. & Jalonen, J. 2001. Mitä sydämen sykevaihtelu kertoo? *Finnanest* 34, 3.

Laitio, T., Huikuri, H., Kentala, E & ym. 2000. Correlation properties and complexity of perioperative R-R-interval dynamics in coronary artery bypass surgery patients. *Anesthesiology* 93, 69-80.

Laivapalveluopas. 2006. Merivoimien esikunta, Henkilöstöosasto. Edita Prima Oy, Helsinki.

Lamonte, M.J. & Ainsworth, B.E. 2001. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med and Science in Sports and Exercise* 33(6). 370-378.

Lankinen, T., Mattila, S., Grönqvist, R., Leskinen, T., Ikonen, K., Suvensalmi, J. & Lindholm, H. 2005. Sähköasentajien työmenetelmien kehittäminen energia-alalle (SÄTKE). Työterveyslaitos, Työsuojelurahasto.

Last, JM., Abramson, JH., Friedman, GD., Porta, M., Spasoff, RA. & Thuriaux, M. 1995. A dictionary of Epidemiology. 3rd edition. Oxford: Oxford University Press.

Lentävän henkilöstön liikuntakoulutustyöryhmä. 1996. Ilmavoimien lentävän henkilöstön liikuntaopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 23.

Li, G. Buckle, P. 1999. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics* 42 (5). 674–95.

Linde, Lena. 1997. Informationsöverföring i ett beteendevetenskapligt människasystem perspektiv FOA/Avd humanvetenskap (NTIS)

Lindström K. 2003. Miten työkuormitusta ja työntekijän kuormittumista arvioidaan.

Työterveiset, Työterveyslaitokset tiedotuslehti 2, 4-7.

Lindström, K. 2004. TIKKA-työkuormituksen arvioinnin uusi menetelmä työpaikkaselvitykseen. Työterveyslääkäri 22(4), 482-485.

Lindström, K., Elo A-L., Kandolin, I., Ketola, R., Lehtelä, J., Leppänen, A., Lindholm, H., Rasa, P-L., Sallinen, M. & Simola, A. 2002. Työkuormitus ja sen arviointimenetelmät. Työterveyslaitos. Jyväskylä: Gummerus.

Lindström, K., Elo, A-L., Hopsu, L., Kandolin, I., Ketola, R., Lehtelä, J., Leppänen, A., Mukala, K., Rasa, P-L. & Sallinen, M. 2005. Työkuormituksen arviointimenetelmä TIKKA. Työterveyslaitos.

Lindholm, H. 2003. Mikä kuormittaa hengitys- ja verenkiertoelimistöä - miten kuormitusta arvioidaan? Työterveiset 2, 16-18.

Lindholm, H & Ilmarinen, J. 2004. Kuntotestaus osana työkykyä arvioivaa ja ylläpitävää toimintaa. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Tampere. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu 156, 225.

Lippueen johtamistoimintaohje.11/D/II/VIRK (Julkaisematon)

Litwin, MS. 1995. How to Measure Survey Reliability and Validity. Thousand Oaks: SAGE Publications.

Loewy, A. 1990. Anatomy of the autonomic nervous system: An overview. Teoksessa: Loewy, A. & Spyer, K. (toim.) Central regulation of autonomic nervous system. Oxford: University press, 3 – 15.

Loppela, K. 2004. Ihminen ja työ - keskustellen työkuuntoon. Työyhteisön kehittäminen työkykyä ylläpitävän toiminnan viitekehyksessä. Akateeminen väitöskirja. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta.

Louhevaara, V. & Smolander, J. 1993. Fyysinen ylikuormitus työssä. Työ ja ihminen lisänumero 2, 17-29.

Louhevaara, V. 1995. Liikunta osana työkykyä ylläpitävää toimintaa. Teoksessa O. Korhonen (toim.) Liikunnasta työkykyä ja hyvinvointia -periaatteita ja käytännön esimerkkejä. Helsinki: Työterveyslaitos, 14–18.

Louhevaara, V., Kukkonen, R. & Smolander, J. 1995. Työkykyliikunta. Teoksessa E. Matikainen(toim.) Hyvä työkyky. Helsinki: Työterveyslaitos.

Louhevaara, V. & Smolander, J. 1997. Työfysiologian haaste ergonomiassa: Hyväksyttävä fyysinen työkuormitus, Työterveiset 2/1997, s. 20-22.

Lusa, S. 1994. Job demands and assessment of physical work capacity of fire fighters. Studies in Sport, Physical Education and Health. University of Jyväskylä. Jyväskylä.

Marniemi J, Seppänen R, Impivaara O, Järvisalo J, Mäki J. & Vuori I. 1996. Keskiikäistenmiesten käyttäytymisen ja terveyden vaaratekijöiden muutokset 1980-94 – Ravitsemus- ja liikuntaohjauksen vaikutukset. Suomen Lääkärilehti 36, 3839-3846.

McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2001. Energy Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance. 5. painos. Baltimore, Maryland.

Melanson, E.L. & Freedson, P.S. 1995. Validity of Computer Science and Applications, Inc. (CSA) activity monitor. Medicine and Science in Sports and Exercise 27(6). 934-940.

Melkas, H. 2000. Kansainvälisen työjärjestön ILO:n yleissopimukset. Osa II, vuodet 1952-2000. Suomen ILO-neuvottelukunta. Työministeriö. 361-364.

Merenkululaitos 1997. Komentosiltatyön inhimilliset virheet. Merenkululaitos merenkulkuosasto. Helsinki.

Merimieslaki 7.6. 1978/423.

Merimiestaito, 2000. Merivoimien esikunta, henkilöstöosasto ja Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. Ykkös-Offset Oy. Vaasa.

Merisotilaan käsikirja 2004. Merivoimien esikunta, henkilöstöosasto. Edita. Helsinki.

Merisulutusopas. 1995. Miina-aseen käyttö. Raamattutalo, Pieksämäki, liite1,s. 54.

Merivoimien tiedote 2003. Merivoimien laivue 2000:n kokoonpanoa tarkistetaan. Merivoimien esikunta. www.mil.fi luettu18.8.2004.

Metsämuuronen, J. 2003. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus.

Mälkiä, E. 1983. Eräät lihasten suorituskykymittaukset fyysisen toimintakykyisyyden kuvaajina suomalaisessa aikuisväestössä. Kansaneläkelaitoksen julkaisuja. Vammala, AL, 23.

Nevala-Puranen, N. 1997. Physical work and ergonomics in dairy farming. Effects of occupationally oriented medical rehabilitation and environmental measures. Studies in Sport, Physical Education and Health. University of Jyväskylä. Jyväskylä

Niskanen, J-P., Tarvainen, M., Ranta-aho P. & Karjalainen, P. 2002. Software for advanced HRV analysis. University of Kuopio. Department of Applied Physics Report Series 2/2002.

Noble, B.T. & Robertson, R.J. 1996. Perceived Exertion. Champaign, IL. Human Kinetics

Nupponen, H. 1981. Koululaisten fyysis-motorinen kunto. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 30. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiön tutkimuslaitos, Jyväskylä.

Nupponen, H. & Mälkiä, E. 1986. Fyysinen kunto. Teoksessa Vuolle, P., Telama, R. &

Laakso, L. (toim.) Näin suomalaiset liikkuvat. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja: 50. Valtion painatuskeskus. Helsinki, 177-188.

Oja P. 1999. Fyysinen kunto ja terveyskunto: mitä ne ovat ja miten niitä mitataan. Teoksessa I. Vuori & S. Taimela (toim.) Liikuntalääketiede. 2.uud.painos. Vammalan kirjapaino Oy, Kustannus Oy Duodecim, 57-72.

Ojala, M. 2001. WHO:n uusi toimintakykyluokitus ICF. Kountoutus 3/2001, 49-57.

Panel on musculoskeletal disorders and workplace. 2001. Commision on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council and the Institute of Medicine. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. National Academy Press, Washington DC.

Palkatun henkilöstön kenttäkelpoisuus ja fyysinen työkyky. 1999. PAK A4:3.1. Pääesikunnan koulutusosaston pysyväisohje.

Physical Activity and Health. 1996. A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.

Pikkujämsä, S. 1999. Heart rate variability and baroreflex sensitivity in subjects without heart disease: Effects of age, sex and cardiovascular risk factors. Oulun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Väitöskirja.

Pohjolainen, P. 1987. Toimintakykyisyys, terveydentila ja elämäntyyli 71–75-vuotiailla miehillä. Väitöskirja. Studies in Sport, Physical Education and Health 23. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä,.

Porges, S. & Byrne, E. 1992. Research methods for measurement of heart rate and respiration. Biological physiology, 34. 93 – 130.

Puolustusvoimien henkilöstöstrategia 2005. Pääesikunnan henkilöstöosasto. Edita Prima Oy, s.17.

Puolustusvoimien palkatun henkilöstön osaamisen kehittämisen strategia. 2004. Asiantuntijatyöryhmän näkemyksiä ja ajatuksia. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Julkaisusarja 1 No 1.

Pohjonen, T. 1998. Työkyvyn keskeiset tekijät ja niiden tukeminen. Työterveiset 2, 4-5.

Pulkkinen, Aki. 2003. Uusien sykkeeseen perustuvien hapenkulutuksen arviointimenetelmien tarkkuus. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Liikuntafysiologian pro gradu –tutkielma.

Pääesikunnan terveydenhuolto-osasto. 1998. Terveys ja toimintakyky. Hämeenlinna. Karisto, s. 22)

Rauhanummi, S. 2003. Merivoimien alusten taisteluohjeiden yhdenmukaistaminen, pohjana Helsinki- ja Rauma-luokan ohjusveneiden taisteluohjeet. Maanpuolustuskorkeakoulu. Merisotalinja. Esiupseerikurssin tutkielma.

Reffeltrath, P.P., Tan, K., Kistemaker, L.J.A, Koerhuis, C.L. & Delleman, N.J. 2005. Development of A Test Battery for Soldier Performance. (esitelmä) International Congress on Soldiers' Physical Performance. 18-22.5.2005. Jyväskylä.

Reserviläisten fyysisen suorituskyvyn tutkimus 2003. 2004. Pääesikunnan koulutusosasto.

Riihimäki, H. 2000. Methodological issues in epidemiological studies of musculoskeletal disorders. In F Violante, T Armstrong, Å Kilbom (eds.) Work Related Musculoskeletal Disorders of the Upper Limb and Back. London: Taylor & Francis, 1–10.

Riihimäki, H. Heliövaara, M. 2002. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet. Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000 –tutkimuksen perustulokset. Kansanterveyslaitos, terveyden ja toimintakyvyn osasto, tuki- ja liikuntaelinsairauksien työryhmä. Helsinki

Rowell, L. 1993. Human circulation regulation during physical stress. New York. Oxford University press. 162 – 233.

Rusko, H. 1989. Kestävyys ja sen harjoittaminen. Kirjassa: Suomalainen valmennusoppi 2. Harjoittelu. Suomen Olympiakomitea ja Urheilu Syke Oy. Jyväskylä. Gummerus.

Rutenfranz, J. 1981. Arbeitsmedizinische Aspekte des Stressproblems. Teoksessa Stress Theorien, Untersuchungen, Massnahmen. J R. Nitch. Hans Huber, Bern, 379-390.

Saarinen, M. 1999. Merivoimien upseerien operaatiotaidon ja taktiikan koulutus kokonaisuutena tarkasteltuna. Sotakorkeakoulu. Diplomityö.

Sallinen, M. 1997. Väsymys vuorotyössä. Työterveiset 2/1997, s. 9-11.

Sauter, SL. & Swanson, NG. 1994. The Relationship Between Workplace Psychosocial Factors and Musculoskeletal Disorders in Office Work: Suggested Mechanism and Evidence. Teoksessa: SL Gordon, SJ Blair, LJ Fine (eds.) Repetitive Motion Disorders of the Upper Extremity. Rosemont IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 65-76.

Scerbo, M.V., Freeman, F.G., Mikultka, P.J. Parasuraman, R., Di Nocero, F. & Prinzel, L.J. 2001. The efficacy on Psychophysiological Measures for Implementing Adaptive Technology. National Aeronautics and Space Administration. NASA/TP-2001-211018. s.71.

Schvartz, E. & Reibolt, R.C. 1990. Aerobics fitness norms for males and females aged 6 to 75 years. A review. Aviat Space Environ Med 61, 3-11.

Seasickness.2.10.2006.<http://www.sailingissues.com/yachting-guide/seasickness.html>

Segal, LD. 1998. Actions speak louder than words: how pilots use non-verbal information for crew communication. Human factors and ergonomics society. 42nd Annual meeting proceedings. Chicago. USA.

Smolander, J., Hurri, H. ym. 2004. Toiminta- ja työkyvyn fyysisten arviointi- ja mittausmenetelmien kartoittaminen ICF-luokituksen aihealueella "liikkuminen". Stakes. Helsinki. Aiheita 25/2004.

Sorsa, M. 2004. Unirytmi vuorotyössä. Suomen Merenkulku - Finlands Sjöfart Nro 7-8/2004.

Sovijärvi, A., Uusitalo, A., Länsimies, E ja Vuori, I (toim). 1994. Kliininen fysiologia. Duodecim. Helsinki.

Speakman, J.R. 1998. The history and theory of double labeled water technique. American Journal of Clinical Nutrition 68. 932-938.

Stockfisch. 1997. Littoral Warfare und die Deutsche Marine. Marine Forum 5/97

STM. 2003. Sosiaali- ja terveystieteiden tavoitteet ja keinot lähivuotina. Sosiaali- ja terveysministeriön tiedote 168.

Streiner, DL. & Norman, GR. 1995. Health Measurement Scales. A Practical Guide to Their Development and Use. 2nd edition. New York: Oxford University Press.

Sukanen, Piia. 2004. Erilaisten tehoharjoitusten akuutti vaikutus sykevaihteluun kestävyysurheilijoilla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Liikuntafysiologian pro gradu –tutkielma.

Suominen, H. Ikääntyvä työntekijä Suomessa ja Euroopan unionissa –tilannekatsaus sekä työkyvyn, työllistävyyden ja työllisyyden parantaminen. Työterveyslaitos. Sosiaali- ja terveysministeriö. Työministeriö. Helsinki, 84-97.

Suni J. 1998. Terveysteen liittyvän kunnon testaus. Teoksessa Kuntotestauksen perusteet. Helsinki: Liikuntalääketieteen ja testaustoiminnan edistämisyhdistys Liite ry. II-A 29-39.

Suni, J. 2000. Health-related fitness test battery for middle-aged adults with emphasis on musculoskeletal and motor tests. Jyväskylän Yliopisto, Studies in Sport, Physical Education and Health, n:o 66.

Taavitsainen, Heikki. 1997. Sodan kuvan ja teknisen kehityksen asettamat haasteet koulutettavien ajatteluvälmiuksille ja tästä seuraavat koulutuksen kehittämistarpeet. Sotakorkeakoulu. Diplomityö.

Taistelija 2005 – Fyysisen suorituskvyn tutkimustoiminta (2003), Maanpuolustuskorkeakoulu, Koulutustaidonlaitos, julkaisusarja 3, n:o 6.

Talo, S. 1997. Olettamuksia strukturoituun malliin. Kuntoutus 1 (20), 4-12.

Talo, S. 2001. Prologi seminarian sisällöstä ja tavoitteista. Teoksessa S.Talo (toim.) Toimintakyky – viitekehuksesta arviointiin ja mitaamiseen. Seminaariraportti Turki 4-5.5. 2000. Kela. Sosiaali- ja terveysturvan katsauksia 49. Jyväskylä. Gummerus, 31-45.

Talo, S., Wikström J. & Metteri, A. 2001. Kuntoutuminen monitieteisenä ja –tasoisena prosessina. Teoksessa T. Kallanranta, P. Rissanen & I. Vilkkumaa (toim) Kuntoutus. Jyväskylä. Gummerus, 55-71

Tamro MedLab, 2004. FitWare Oy. Maksimaalinen hapenkulutus. Testaus ja analysointi. (www.tamromedlab.com.) 12.4.2006.

Task Force of the European Society Of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation 93(5), 1043-1065.

Tharion, WJ., Lieberman, HR., Montain, SJ., Young, AJ., Baker-Fulco, CJ., DeLany, JP. & Hoyt, RW. 2005. Energy requirements of military personnel. Research Review. Appetite 44. 44-65. (www.elsevier.com/locate/appet)

Tilander, H. 1999. Haasteita ja kehitystä - Maavoimat 2000-luvulle. Sotilasaikakausilehti 2, 9-13.

Toiskallio, J. 1998. Kohti sotilaan toimintakyvyn teoriaa. Teoksessa Toimintakyky sotilaspedagogiikassa, Maanpuolustuskorkeakoulu, Koulutustaidon laitos, julkaisusarja 2 n:o 4. Edita Oy.

Toiskallio, J. 2000. Näkökulmia sotilaspedagogiseen tutkimukseen. Maanpuolustuskorkeakoulu, Koulutustaidon laitos, Julkaisusarja 2 n:o 6. Edita Oy.

Tositarinoita työkyvyn ylläpitämisestä. 1996. Työterveyslaitos, Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki.

Tulppo, M., Mäkikallio, T., Takala, T.E., Seppänen, T. & Huikuri, H.V. 1996. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *Am Journal of Physiol.* 271, 244-252.

Tulppo, M., Mäkikallio, T., Seppänen, T., Laukkanen, R. & Huikuri, H. 1998. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *American Journal of Physiol.* 274, 424-429.

Tuomi, K., Luostarinen, T., Ilmarinen, J. & Klockars, M. 1991. Work load and individual factors affecting work disability among aging municipal employees. *Scand J of Work. Environment and Health*, 17 (1), 94-98.

Tuomi, K., Ilmarinen, J., Klockars, M., Nygård, CH., Seitsamo, J., Huuhtanen, P., Martikainen, R. & Aalto, L. 1995. Ikääntyvien työntekijöiden kymmenvuotisseurannan tavoitteet, kulku ja osat. *Työ ja ihminen tutkimusraportti 2*, 5-19.

Tuominen, M. 2000. Panssariprikaatin sotilashenkilöstön työn fyysinen rasittavuus ja työssä jaksaminen. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Esiupseerikurssin tutkielma.

Työterveyshuoltolaki 2001. 1383 / 21.12.2001.

Työterveyslaitos. 2001. Ergonomiainervention vaikuttavuus. Tutkimussuunnitelma.

Työturvallisuuslaki 2002. 738 / 23.8.2002.

Van der Beek, AJ. Van Gaalen, LC. Frings-Dresen, HW. 1992. Working postures and activities of lorry drivers: a reliability study of on-site observation and recording on a pocket computer. *Applied Ergonomics* 23. 331-335.

Vanninen, E. 1992. Aerobic Power, Cardiac Function and Autonomic Nervous Function in Newly Diagnosed Non-insulin dependent Diabetes Mellitus, A 15 month Fol-

low-up Study on the Effects of Diet and Exercise Intervention. Departments of Clinical Physiology. Clinical Nutrition and Medicine, Faculty of Medicine. Kuopion Yliopisto.

Venetjoki, N & Hongisto V. 2005. Melu vaikuttaa työtehoon ja –viihtyvyyteen. Työterveys 3/2005. 03, 8-11.

Vesanen, J. 2001. Upseereiden fyysisen toimintakyvyn arviointi Läntisen Maanpuolustusalueen joukko-osastoissa. Maanpuolustuskorkeakoulu. Koulutustaidon laitos. Esiupseerikurssin tutkielma.

Virkkunen, J., Engeström, Y., Pihlaja, J. & Helle, M. 1999. Muutoslaboratorio. Uusi tapa oppia ja kehittää työtä. Kansallisen työelämän kehittämisohjelma. Raportteja 6. Helsinki

Viskari, J. Haavisto, M.L., Harinen, O., Holthoer, A., Hult, H., Karinkanta, J., Oksama, L., & Schutskoff, V.1999. Jääkäriryhmän hyökkäystaistelun perusselvitys. Maanpuolustusopisto.

Visuri, P. 1998. Sodan jälkeiset puolustusvoimat. Tiede ja Ase. No 56, 44-47.

Vuori, I. 1994. Energia-aineenvaihdunnan tutkimukset. Teoksessa Sovijärvi, A., Uusitalo, A., Länsimies, E. & Vuori, I. (toim.) Kliininen fysiologia. Helsinki: Duodecim, 225

VNS 2004. Valtioneuvoston puolustus- ja turvallisuuspoliittinen selonteko 6/2004

Vuori, I. 1999. Liikunta, kunto ja terveys. Teoksessa I. Vuori & S. Taimela (toim.) Liikuntalääketiede. 2.uud.painos. Vammalan kirjapaino Oy, Kustannus Oy. Duodecim, 10-25.

Waters, TR. Putz-Anderson, V. Garg, A. Fine, LJ. 1993. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics 36. 749-776.

WHO, 2001. International Classification of Functioning, Disability and Health – ICF. Geneve: World Health Organization.

Wickens, C. D., Hollands J. G. 1999. Engineering Psychology and Human Performance, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. s. 538.

Winkel, J. Mathiassen, S. 1994. Assessment of physical work load in epidemiologic studies: concepts, issues and operational considerations. *Ergonomics* 37 (6). 979-988.

Winkel, J. & Westgaard, R. 1992. Ergonomic intervention research for improved musculoskeletal health: A critical review. *Int J Ind Ergonomics* 20 (3): 463-500.

Wilson, PWF. Paffenbarger, RS. Morris, JN. Havlik, RJ. 1986. Assessment methods for physical fitness in population studies: report of a NHLBI workshop. *Am Heart J* 111. 1177-1192

Ylöstalo, P. & Rahikainen, O. 1998. Työolobarometri, lokakuu 1997. Työministeriö, Helsinki.

Åstrand, P.-O. & Rodahl, K. 1986. Textbook of work physiology. Physiological basis of exercise. 3. painos. New York: McGraw-Hill Book Company.

LIITTEET

Liite 1. Suostumus tutkimuksen koehenkilöksi

Liite 2. Tutkimustuloksia sotilaiden kokonaisenergia kulutuksesta Yhdysvaltojen laivaston ja merijalkaväen joukoissa

Liite 3. Esimerkki koehenkilön tutkimuspäiväkirjasta

Liite 4. Puolustusvoimien ennakkokyselykaavake

Liite 5. Puolustusvoimien fyysisen suorituskyvyn luokittelu

Liite 6. Korrelaatiot ohjailijan ja ohjailijan apulaisen työtehtävien muuttujilla

Liite 7. Tähystäjän tehtävän muuttujien korrelaatiot

Liite 1. Suostumus tutkimuksen koehenkilöksi

Työn fyysinen kuormittavuus aluspalveluksessa
Pro gradu työ
Kadetti Hannu Hytönen
Maanpuolustuskorkeakoulu

Kirjallinen suostumus tutkimuksen koehenkilöksi

On tärkeää, että tiedämme elintavoistasi ja terveydentilastasi, ennen mittauksia ja testauksia. Pyydän vastaamaan seuraaviin kysymyksiin huolellisesti.

Nimi _____ Synt.aika ____ / ____ 19

Osoite _____ Puh.nro _____

Pituus _____ Paino _____

Kyllä Ei (rastilla)

1. Tupakoitko / Nuuskaatko ?
2. Käytätkö jotain lääkettä säännöllisesti ?
3. Onko sinulla todettu hengitys-, sydän- tai verenkiertoelimistön sairauksia ?
4. Oletko viimeisen kahden viikon aikana sairastanut jotain tulehdustautia (flunssa, kuume yms)?

Tunnen mittaustavat ja kykenen osallistumaan niihin.

Turussa ____ / ____ 2006 _____
Allekirjoitus

Tutkimustulokset ja kysely ovat luottamuksellisia.

Liite 2. Tutkimustuloksia sotilaiden kokonaisenergian kulutuksesta Yhdysvaltojen laivaston ja merijalkaväen joukoissa.

Population % Year	Task	Gender	Setting or condi- tion	N	Duration (days)	Total energy expendi- ture MJ/day	Total energy expendi- ture kcal/day	Working hours	Total energy expendi- ture kcal/h	Total energy expendi- ture kcal/min	VO2 l/min	VO2 ml/min	MET
US Navy sail- ors training (2002)	Varying ac- tivities	female	indoor on ship	16	8	11,6 +/- 1,8	2776	no men- tion	115,7	1,93	0,386	386	1,54
US Navy sail- ors sea train- ing (2002)	Varying ac- tivities	male	indoor on ship	9	8	14,4 +/- 3,6	3446	no men- tion	143,6	2,39	0,48	480	1,92
US Marines construction mission (2000)	construction	male	grass fields & sandy area	6	21	14,5 +/- 3,1	3460	7,5	144,2	2,40	0,481	481	1,92
US Marine recruits in garrison (2003)	basic train- ing	male	grass & road areas	10	14	16,9 +/- 4,0	4048	no men- tion	168,7	2,81	0,562	562	2,25
US Marine of- ficer trainees (2001/2002)	combat training & officer course	male	grass fields & for- est	2	11	17,5 +/- 1,8	4171	no men- tion	173,8	2,90	0,579	579	2,32


US Marine recruits (1998)	basic training	female	no mention	20	2,25	19,8 +/- 2,6	4727	no mention	197,0	3,28	0,657	657	2,63
---------------------------	----------------	--------	------------	----	------	--------------	------	------------	-------	------	-------	-----	------

Liite 3. Esimerkki koehenkilön tutkimuspäiväkirjasta

Koehenkilön "tutkimuspäiväkirja"

Pvm	KLO	KUVAUS TOIMINNASTA	RPE tun- temus	Koko jakson RPE
2.8.	08 - 12			
	08.00 -			
	08.20	aamupala		
	08.20 -			
	08.30	aamutoimet		
	08.30 -			
	09.15	xyx-koulutusta	3	
	09.15 -			
	09.30	tauko		
	09.30 -			
	11.00	zxz-koulutusta	4	
	11.00 -			
	12.00	lounas ja lepo		3
	12 - 16	Sillalla, cxcxcx - tehtävässä seisomista ja pientä kävelyä		2
	16 - 20	Lepoa ... TV:n katse- lua, ruokailu		1
	20 - 24	Sillalla, tähystäjän tehtävässä seisomista sisällä ja ulkona pieniä kävelyä		3

Liite 4. Puolustusvoimien ennakkokyselykaavake

 ENNAKKOKYSELY KUNTOTESTAUSTA VARTEN Kuntotestauksen <u>turvallisuuden</u> lisäämiseksi vastaa kysymyksiin huolellisesti.				
Nimi: _____ S-aika: _____._____._____ Pituus: _____ Paino: _____				
Vapaa-ajan liikuntaharrastuksesi taso:				
<input type="checkbox"/> Kilpakuntoilu	<input type="checkbox"/> Kuntoliikunta	<input type="checkbox"/> Hyötyliikunta	<input type="checkbox"/> En harrasta liikuntaa	
Liikunta-aktiivisuus "hengästyen ja hikoillen" viimeisen 3 kk:n aikana:				
<input type="checkbox"/> Yli 4 krt viikossa	<input type="checkbox"/> 3 - 4 krt viikossa	<input type="checkbox"/> 1 - 2 krt viikossa	<input type="checkbox"/> Satunnaisesti	<input type="checkbox"/> Ei lainkaan
Liikunnan kerta-annos:				
<input type="checkbox"/> Yli 60 min		<input type="checkbox"/> 30 - 60 min		<input type="checkbox"/> Alle 30 min
Edellisen kestävyyskuntotestisi tulos:				
<input type="checkbox"/> Valttava tai parempi			<input type="checkbox"/> Heikko	
<input type="checkbox"/> En ole aiemmin osallistunut kuntotestaukseen puolustusvoimissa				
Oma arviosi kuntotasostasi tällä hetkellä samanikäiseen suomalaisväestöön verrattuna:				
Kestävyyskunto:				
<input type="checkbox"/> Erinomainen	<input type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Tyydyttävä	<input type="checkbox"/> Valttava	<input type="checkbox"/> Heikko
Lihaskunto:				
<input type="checkbox"/> Erinomainen	<input type="checkbox"/> Hyvä	<input type="checkbox"/> Tyydyttävä	<input type="checkbox"/> Valttava	<input type="checkbox"/> Heikko
Harrastatko työmatkaliikuntaa?				
<input type="checkbox"/> Talvella		<input type="checkbox"/> Kesällä		<input type="checkbox"/> Ei lainkaan
- työmatkaliikunnan määrä: _____ km / vko		_____ h / vko		_____ kk / v
- pääsääntöinen liikkumistapa:		<input type="checkbox"/> Kävelen		<input type="checkbox"/> Pyöräillen
		<input type="checkbox"/> _____		
Työn fyysinen kuormittavuus:				
<input type="checkbox"/> Toimistotyö		<input type="checkbox"/> Kevyt fyysinen työ	<input type="checkbox"/> Raskas fyysinen työ	
Tupakointi:				
<input type="checkbox"/> Ei lainkaan		<input type="checkbox"/> Lopettanut v _____	<input type="checkbox"/> Satunnaisesti	<input type="checkbox"/> Säännöllisesti
Unen laatu ja määrä testinä edeltävänä yönä:				
<input type="checkbox"/> Erinomainen		<input type="checkbox"/> Normaali	<input type="checkbox"/> Riittämätön	<input type="checkbox"/> Huono, uneton
Oletko juuri tällä hetkellä väsynyt ja stressaantunut?				
<input type="checkbox"/> En			<input type="checkbox"/> Kyllä	
Tunnetko itsesi työkykyiseksi ja terveeksi?				
<input type="checkbox"/> Kyllä			<input type="checkbox"/> En	
Kuntotestiin ilmoittautuneen allekirjoitus				
<input type="checkbox"/> Tunnen kuntotestin turvamääräykset ja suoritustavan ja olen valmistautunut siihen ohjeiden mukaisesti. Minulla <u>ei ole tiedossani</u> sellaista terveydellistä (sydän- ja verenkiertoelimistön sairaus, aineenvaihduntasairaus, tuki- ja liikuntaelinsairaus, rintakipu, hengenahdistus, huimaus, tajunnan heikkeneminen, muu sairaus, kuntotestin tulokseen mahdollisesti vaikuttava lääkitys) tai muuta syytä, joka voisi kuntotestauksessa olla vaaraksi terveydelleni.				
<input type="checkbox"/> Tunnen kuntotestin turvamääräykset ja suoritustavan. Minulla <u>on tiedossani</u> sellainen terveydellinen syy tai muu syy, joka ei tällä hetkellä mahdollista osallistumista kuntotestaukseen.				
Olen tietoinen, että kuntotestitulokseni tallennetaan henkilöstöhallinnon tietojärjestelmään.				
_____ .200 _____				
Palkka		Allekirjoitus		

Liite 5. Puolustusvoimien fyysisen suorituskyvyn luokittelu

SOTILAAT IKÄLUOKITTAIN (miehet ja naiset)

Sotilaat 20-24 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	48>	53>	70>	64>	60>	3200>
4	43-47	48-52	64-69	58-63	58-59.9	3000-3199
3	38-42	43-47	58-63	52-57	52-55.9	2800-2999
2	33-37	38-42	52-57	46-51	48-51.9	2600-2799
1	0-32	0-37	0-51	0-45	0-47.9	0-2599

Sotilaat 25-29 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	46>	50>	69>	62>	58>	3100>
4	41-45	46-49	63-68	56-61	54-57.9	2900-3099
3	36-40	40-44	57-62	50-55	50-53.9	2700-2899
2	31-35	35-39	51-56	44-49	48-49.9	2500-2699
1	0-30	0-34	0-50	0-43	0-45.9	0-2499

Sotilaat 30-34 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	44>	47>	68>	60>	56>	3000>
4	39-43	42-46	62-67	54-59	52-55.9	2800-2999
3	34-38	37-41	56-61	48-53	48-51.9	2600-2799
2	29-33	32-36	50-55	42-47	44-47.9	2400-2599
1	0-28	0-31	0-49	0-41	0-43.9	0-2399

Sotilaat 35-39 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	42>	44>	67>	58>	54>	2900>
4	37-41	39-43	61-66	52-57	50-53.9	2700-2899
3	32-36	34-38	55-60	46-51	48-49.9	2500-2699
2	27-31	29-33	49-54	40-45	42-45.9	2300-2499
1	0-26	0-28	0-48	0-39	0-41.9	0-2299

Sotilaat 40-44 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	40>	41>	66>	56>	52>	2800>
4	36-39	36-40	60-65	50-55	48-51.9	2600-2799
3	30-34	31-35	54-59	44-49	44-47.9	2400-2599
2	25-29	26-30	48-53	38-43	40-43.9	2200-2399
1	0-24	0-25	0-47	0-37	0-39.9	0-2199

Sotilaat 45-49 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	38>	38>	65>	54>	50>	2700>
4	33-37	33-37	59-64	48-53	48-49.9	2500-2699
3	28-32	28-32	53-58	42-47	42-45.9	2300-2499
2	23-27	23-27	47-52	36-41	38-41.9	2100-2299
1	0-22	0-22	0-46	0-36	0-37.9	0-2099

Sotilaat 50-54 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	36>	35>	64>	52>	48>	2600>
4	31-35	30-34	58-63	46-51	44-47.9	2400-2599
3	26-30	25-29	52-57	40-45	40-43.9	2200-2399
2	21-25	20-24	46-51	34-39	38-39.9	2000-2199
1	0-20	0-19	0-45	0-33	0-35.9	0-1999

Sotilaat 55-59 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	34>	32>	63>	50>	46>	2500>
4	29-33	27-31	57-62	44-49	42-45.9	2300-2499
3	24-28	22-26	51-56	38-43	38-41.9	2100-2299
2	19-23	17-21	45-50	32-37	34-37.9	1900-2099
1	0-18	0-16	0-44	0-31	0-33.9	0-1899

Sotilaat 60-64 vuotta

Kuntoluokat: 5 = erinomainen, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2 = vältävä, 1 = heikko

Pisteet ja luokka	Etunäppäpunnerrus krt/60 s	Istumaannousu krt/60 s	Puristusvoima kg	Toistokyykistys krt/60 s	Pp-ergometri ml/kg/min	12-min juoksu m
5	32>	29>	62>	48>	44>	2400>
4	27-31	24-28	56-61	42-47	40-43.9	2200-2399
3	22-26	19-23	50-55	36-41	38-39.9	2000-2199
2	17-21	14-18	44-49	30-35	32-35.9	1800-1999
1	0-16	0-13	0-43	0-29	0-31.9	0-1799

Liite 6. Korrelaatiot ohjailijan ja ohjailijan apulaisen työtehtävien muuttujilla

Ohjailijan ja ohjailijan apulaisen tehtävät	Työjaksen ajankohta	Työjaksen keskiyke	Jakson keskim.hapenkulutus	Jakson maksimisyke	Jakson max VO2 ml/kg/min	KH:n RPE tuntemus	Jakson työskentely lämpötila	Tuulen nopeus	Aluksen sijainti	Työjaksen edeltävän vuorokauden unimäärä
Työjaksen ajankohta	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	1	,188	,041	-,037	-,290	-,113	,825(*)	-,191	-,624
	N	8	,655	,923	,931	,486	,790	,085	,717	,099
Työjaksen keskiyke	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,188	1	,968(**)	,747(*)	,585	,801(*)	,261	,738	-,186
	N	,655	8	,000	,033	,128	,017	,672	,094	,658
Jakson keskim.hapenkulutus	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,041	8	1	,801(*)	,645	,860(**)	5	6	8
	N	,923	8	,000	,017	,084	,006	-,015	,856(*)	-,033
Jakson maksimisyke	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,037	8	8	1	,924(**)	,828(*)	-,473	,643	-,257
	N	,931	8	,033	,017	,001	,011	,190	,169	,539
Jakson max VO2 ml/kg/min	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,290	,585	,645	,924(**)	1	,783(*)	-,659	,574	-,168
	N	,486	,128	,084	,001	8	,021	,227	,234	,690
KH:n RPE tuntemus	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,113	8	,860(**)	,828(*)	,783(*)	1	-,357	,800	-,127
	N	,790	,017	,006	,011	,021	8	,555	,056	,764
Jakson työskentely lämpötila	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,825	,261	-,015	-,697	-,659	1	,718	.(a)	-,153
	N	,085	,672	,981	,190	,227	,555	,172	,000	,806
Tuulen nopeus	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,828(*)	-,158	-,270	-,473	-,706	-,564	1	.(a)	,081
	N	,042	,764	,605	,343	,117	,244	6	,000	,879
Aluksen sijainti	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,191	1	,956(*)	,643	,574	,800	.(a)	1	,400
	N	,717	,094	,029	,169	,234	,056	,000	6	,432
Työjaksen edeltävän vuorokauden unimäärä	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,624	-,186	-,033	-,257	-,168	-,127	,081	,400	1
	N	,099	,658	,938	,539	,690	,764	,879	,432	8

Liite 7. Tähtytäjän tehtävän muuttujien korrelaatiot

Correlations

	Työjakson keskiarvo	Jakson keskim. VO2 kulutus	Jakson maksimisyke	Jakson VO2 kulutus	Jakson Max aika % yli 30% MaxVO2	Jakson RPE tuntemus	keskiarvo	Aukusen nopeus	Tuulen nopeus	Aukusen sijainti	Edellisen vuorokauden unen määrä	Edell. vrk:n luokiteltu uni	Keskim. kävelyskeet /tunnissa	Klikantähystys/vuorokauden aika
Työjakson keskiarvo Pearson Correlati N	1	,869**	,912**	,858**	,624**	,080	,005	,139	,180	,108	,416	-,549*	-,070	,594
Jakson keskim. VO2 kulutus Pearson Correlati N	,869**	1	,765**	,752**	,538*	,134	,127	,090	,445*	-,126	,282	-,400	-,617	,350
Jakson maksimisyke Pearson Correlati N	,912**	,765**	1	,938**	,630**	,178	-,053	,245	,070	,099	,320	-,479*	,161	,238
Jakson Max VO2-kul Pearson Correlati N	,858**	,752**	,938**	1	,827**	,104	,030	,150	,019	,195	,238	-,359	,535	,147
Aika % yli 30% MaxV Pearson Correlati N	,624**	,538**	,630**	,827**	1	-,102	,050	-,188	-,096	,466*	,132	-,198	-,000	,006
Jakson RPE tuntemu Pearson Correlati N	,080	,134	,178	,104	-,102	1	-,556**	,166	,552*	-,450*	,511*	-,406	-,981*	,401
Keskiarvopötilä Pearson Correlati N	,737	,573	,452	,662	,668	,011	,484	,012	,046	,046	,021	,075	,019	,080
Aukusen nopeus Pearson Correlati N	,005	,127	-,053	,030	,050	-,556*	1	,267	-,104	,096	-,313	,135	,172	,095
Tuulen nopeus Pearson Correlati N	,139	,090	,245	,150	-,188	,166	,267	1	,166	-,286	,007	-,116	,000	,575**
Aukusen sijainti Pearson Correlati N	,560	,706	,299	,528	,427	,484	,255	,483	,483	,222	,977	,626	,1000	,141
Edellisen vuorokauden unen määrä Pearson Correlati N	,180	,445*	,070	,019	-,096	,552*	-,104	,166	1	-,476*	,320	-,320	-,945	,254
Edell. vrk:n luokiteltu Pearson Correlati N	,447	,049	,769	,938	,689	,012	,663	,483	,034	,034	,170	,168	,055	,280
Keskim. kävelyskeet /tunnissa Pearson Correlati N	,108	-,126	,099	,195	,466*	-,450*	,096	-,286	-,476*	1	,101	-,120	,535	-,366
Klikantähystys/vuorokauden aika Pearson Correlati N	,651	,597	,679	,410	,038	,046	,687	,222	,034	20	,672	,615	,465	,421
Edell. vrk:n luokiteltu Pearson Correlati N	-,549*	-,400	-,479*	-,359	-,198	-,406	,135	-,116	-,320	-,120	-,917**	1	-,567	-,099
Keskim. kävelyskeet /tunnissa Pearson Correlati N	-,070	-,617	,161	,535	-,981*	-,981*	,172	,000	-,945	,535	,567	-,567	1	,396
Klikantähystys/vuorokauden aika Pearson Correlati N	,930	,383	,839	,465	,000	,019	,828	,1000	,055	,465	,433	,433	,604	,775
Vuorokauden aika Pearson Correlati N	,024	,162	,130	,147	,006	,401	,095	,575**	,254	-,366	,049	-,099	-,225	1
	,921	,494	,585	,537	,981	,080	,691	,008	,280	,113	,837	,678	,775	,410
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.